



FOR THE PEOPLE  
FOR EDVCATION  
FOR SCIENCE

LIBRARY  
OF  
THE AMERICAN MUSEUM  
OF  
NATURAL HISTORY









REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES.



REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem  
vera dissensio esse potest.  
*Const. de Fid. cath. c. IV.*

---

TOME DIX-SEPTIÈME

---

BRUXELLES

A. VROMANT, IMP.-ÉDITEUR  
*rue de la Chapelle, 3.*

PARIS

LIBRAIRIE  
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE  
*195, boulevard Saint-Germain.*

---

1885

21-50381 Aug 3

# LA MÉMOIRE ET SES MALADIES

---

S'il fallait en croire cette nouvelle école de philosophie qui étudie l'homme exclusivement dans son corps et qui s'attribue pour cela le droit de parler au nom de la science, la mémoire ne serait pas autre chose qu'un ensemble de phénomènes produits à l'aventure par l'organisme et se manifestant sous certaines conditions à la conscience, comme ces bulles de gaz (la comparaison est de l'un de ces philosophes) qui s'élèvent du fond des étangs et viennent se montrer à la surface où elles crèvent. Ce sont les lois mécaniques qui la gouvernent ; le pouvoir personnel de l'être pensant n'y est pour rien : il est le spectateur forcé et abusé de ces manifestations ; abusé, car il croit y être pour quelque chose et il n'y est pour rien ; bien plus, il croit exister et il n'est pas. Descartes avec son fameux principe : « je pense, donc je suis », n'était qu'un rêveur. Les maladies de la mémoire, qui la rongent morceau par morceau, démontrent surabondamment que tout est ici affaire d'organisme. L'esprit, tel que le concevaient les anciennes écoles, se fondrait-il de la sorte ?

Voilà ce que disent les plus forts penseurs de la libre

pensée. Ces incohérences sont aujourd'hui acceptées comme des conquêtes de la science. Nous allons montrer que les actes de mémoire sont une œuvre commune, pour des parts diverses, de l'organisme et de l'esprit, mais que l'action propre de l'esprit est prédominante et principale. Nous entendons par esprit un pouvoir substantiel qui en nous pense, veut et dirige.

Qu'on nous permette d'abord une considération qui facilitera l'étude de notre sujet.

Un professeur de géométrie dit à ses élèves : « Messieurs, je vais vous démontrer cette proposition : le carré construit sur l'hypoténuse du triangle rectangle est égal à la somme des carrés construits sur les deux autres côtés. Prêtez-moi votre attention. Supposez donc trois carrés construits sur les trois côtés d'un triangle rectangle... » Mais déjà, malgré la meilleure volonté du monde, les trois quarts des auditeurs ne comprennent plus. La situation de ces carrés oscille dans leur esprit ; l'idée même de somme, celle d'égalité appliquée à ces figures restent vagues. Le professeur s'en aperçoit et, aussitôt se levant : « Je vais, dit-il, me faire comprendre. » Il trace un triangle plus ou moins rectangle au moyen de barres plus ou moins droites sur un tableau noir ; construit trois figures, à peu près carrées, extérieurement au triangle et sur ses trois côtés. « Vous voyez ce triangle A B C, continue-t-il ; il est rectangle en A... » Désormais les écoliers le suivent sans peine, et il pousse heureusement jusqu'au bout sa démonstration.

Cet exemple fait toucher comme du doigt une grande faiblesse de l'esprit humain. Condamné à ne rien comprendre sinon par parties et successivement, il emploie forcément l'analyse ; il divise ce qu'il veut approfondir, mais presque aussitôt il s'embarrasse dans les détails, en oublie les caractères, prend les uns pour les autres : il n'a pas fait trois pas dans les sentiers de sa dialectique, qu'il se sent totalement égaré. Cette infirmité heureusement n'est

pas sans remède. Les signes extérieurs, qui ont à la fois quelque chose de fixe, de saisissant et de durable, appuient l'attention, l'empêchent d'hésiter, la ramènent, quand il y a danger de méprise, à des points de repère permanents et facilement reconnaissables : l'ordre est devenu possible dans l'évolution de la pensée, dont la science sera le fruit naturel et légitime.

On voit clairement ici quelle est la part des sens et quelle est celle de l'intelligence. A l'œil de l'écolier substituez un œil de lapin ou de tout autre animal, cet œil verra tout ce que voit l'œil le plus intelligent; mais le lapin ne comprendra ni peu ni prou de ce que comprend le jeune géomètre. Celui-ci, d'autre part, n'arriverait pas facilement à comprendre, si son œil ne venait à son aide. Le sens est un secours indispensable, mais rien de plus. Voilà ce qu'il faut ne jamais perdre de vue, si l'on veut connaître quelque chose aux diverses opérations de l'intelligence humaine.

Les sens n'ont pas pour rôle unique de placer les choses du dehors devant l'esprit. Ils composent au dedans de nous, grâce à l'action des objets sensibles, une sorte de petit monde, qui devient notre possession, notre bien, que nous emportons avec nous, pour nous en servir à notre gré, suivant nos besoins, comme nous nous servons des choses du dehors dans l'exercice de notre intelligence. On n'a pas assez remarqué le mécanisme admirable de nos sens. Ce sont des appareils construits avec une délicatesse et une complexité inouïes pour recueillir et adapter à notre mesure comme de subtils fac-similé des êtres matériels. L'oreille, par exemple, contient des milliers de cordes vibrantes, presque microscopiques, destinées à vibrer à l'unisson des ondes sonores du dehors. Pour entendre, l'oreille sonne et, à l'intensité près, sonne précisément comme ce qu'elle entend. De même l'œil s'illumine pour voir; il peint en lui-même en traits d'une finesse extrême l'objet qu'il voit. Mais là ne s'arrête pas l'œuvre de l'assimilation. Au delà de l'appareil organique où se forme l'image du sens, il y a

le cerveau, organe d'écho, si l'on peut ainsi dire, relié à l'organe sensible et primitif par un système de nerfs. L'image sensible se forme dans l'organe, mais elle ne s'y arrête pas. S'il ne nous est pas facile de la suivre dans les cordons nerveux où elle chemine, ni de déterminer le point du cerveau où elle s'arrête, se transforme et se fixe, le fait de cette translation et de cet arrêt n'en est pas moins indubitable. Il y a dans les profondeurs du cerveau des endroits mystérieux, où nos sensations affluent, s'accumulent sans s'embarrasser, se rangent avec ordre, et alors même cessent d'être perçues; elles s'effacent devant l'œil de la conscience, sans cesser d'exister, et n'attendent qu'un désir de l'esprit, un appel de l'attention pour reparaitre au jour de la pensée. Ce dépôt merveilleux porte le nom d'imagination, magasin vivant d'images vivantes.

Ainsi nous portons au dedans de nous une image du monde, image à laquelle nos sens ajoutent sans cesse quelques détails, quelques traits nouveaux. Les représentations sensibles, sans lesquelles les opérations de notre intelligence sont si pénibles et presque impossibles, nous accompagnent partout : la nature est un maître de géométrie dont les descriptions graphiques sont préparées à l'avance; au moment voulu, nous n'avons qu'à ouvrir notre vaste atlas à la page convenable, ce qui est la fonction de la mémoire.

La mémoire est une faculté complexe où il faut distinguer, comme nous l'avons dit, des éléments rationnels et des éléments sensibles. Ceux-ci ne sont pas autres que des emprunts faits à l'imagination dans le but de se souvenir. Insistons d'abord sur ce point.

Une modification spéciale de l'organe d'un sens produit fatalement la sensation. Il y a telle disposition de la rétine qui produit, par exemple, la sensation d'un cercle bleu, et il suffit d'amener cette disposition pour produire la sensation d'un cercle bleu. Mais, au sens, correspond, dans le cerveau, certaine partie qui vibre comme à l'unisson : c'est

l'organe de l'imagination. L'ébranlement de certains points de cet organe intérieur déterminera la vision imaginaire d'un cercle bleu aussi fatalement que tel ébranlement de la rétine en a déterminé la vision sensible. Il va sans dire que l'organe du sens aussi bien que celui de l'imagination sont supposés vivants et que la vie est précisément ce qui les rend capables de sentir et d'imaginer : l'objet extérieur agissant sur le sens ne fait guère que spécifier l'action vitale.

Il est d'expérience que le cerveau impressionné une première fois contracte par cela seul une aptitude à reproduire, sous certaines conditions, cette même impression. Le sens grave l'empreinte ; l'empreinte semble s'effacer, mais ne s'efface pas : elle reparait à peu près telle qu'elle a été formée, par exemple, à l'appel de la mémoire. Il est même très probable que, sauf le cas de destruction de l'organe cérébral, ces empreintes ne s'effacent jamais, toujours prêtes à ressusciter. Quelques faits semblent le prouver.

Des souvenirs très anciens et dont l'existence n'était pas soupçonnée ressuscitent d'une manière merveilleuse pendant certaines maladies qui exaltent le cerveau. Une vieille femme récitait, dans un accès de fièvre, des pages d'hébreu rabbinique qu'elle avait jadis entendu lire, lorsqu'elle était domestique chez un ministre protestant, amateur de cette sorte de littérature. Brierre de Boismont parle d'une servante à moitié idiote qui répétait en dormant un long morceau de musique qu'elle avait entendu jouer une fois sur le violon. M. l'abbé Pasty raconte le fait suivant :

« J'ai pu observer ce phénomène dans un jeune homme de seize ou dix-sept ans, atteint d'une névrose dont les accès étaient très violents. Pendant ces crises, lorsque nous étions près de lui, il nous arrivait de parler de personnes et de choses qu'il connaissait, de faits auxquels il avait été mêlé. Un détail, une particularité, quelquefois très insignifiante, qu'il entendait rappeler, suffisait pour qu'un

ensemble très compliqué, une longue suite d'actions et de paroles se déroulaient dans son imagination, sans que rien fût oublié. Il faisait ses études ; par hasard d'abord, puis par curiosité, on prononça quelques mots qui avaient trait à ses occupations ordinaires, le titre d'un livre dont il se servait, le nom de son professeur, quelques lignes d'un devoir dont il avait entendu la correction en classe. Aussitôt tout ce qui s'était fait et dit pendant des classes de deux heures se représentait dans sa tête. Il répétait les petites compositions qu'il avait entendu lire, les remarques et les critiques qui s'étaient mêlées à la lecture de ces exercices, les interrogations et les reproches adressés par le professeur à ses élèves, les réponses de ceux-ci, leurs excuses, quelquefois malheureuses, et le rire qui les accueillait. L'avait-on mis sur une partie de jeu qu'il avait faite, sur une conversation qu'il avait tenue avec ses condisciples, tout était reproduit, les entretiens par des paroles, les actions par des gestes. On eût dit un miroir où venaient fidèlement se réfléchir toutes les couleurs, tous les mouvements, toutes les nuances de choses sur lesquelles avaient passé déjà les jours et les semaines (1). »

M. Ribot rapporte quelque chose de plus concluant encore. « Il y a, dit-il, plusieurs récits de noyés, sauvés d'une mort imminente, qui s'accordent sur ce point qu'au moment où commençait l'asphyxie il leur a semblé voir, en un moment, leur vie entière dans ses plus petits incidents. L'un d'eux prétend qu'il lui a semblé voir toute sa vie antérieure se déroulant en succession rétrograde, non comme une simple esquisse, mais avec des détails très précis, formant comme un panorama de son existence entière, dont chaque acte était accompagné d'un sentiment de bien ou de mal.

» Dans une circonstance analogue, un homme d'un esprit remarquablement net traversait un chemin de fer au

(1) *L'idée de Dieu*, t. 1<sup>er</sup>, p. 133, Paris, Lecoffre.

moment où un train arrivait à toute vitesse. Il n'eut que le temps de s'étendre entre les deux lignes de rails. Pendant que le train passait au-dessus de lui, le sentiment de son danger lui remit en mémoire tous les incidents de sa vie, comme si le livre du jugement avait été ouvert devant ses yeux (1). »

J'ai même lu, et malheureusement je ne puis vérifier cette lecture, que parfois les déments, en qui toutes les facultés passent pour abolies, recouvrent pendant quelques instants, sur le point de mourir, l'usage de leur intelligence, ce qui suppose la réviviscence des représentations de leur imagination.

Pour toutes ces raisons et plusieurs autres, on peut admettre que, sauf le cas de destruction de la substance cérébrale, les impressions gravées dans le cerveau ne sont jamais effacées, et qu'il suffit de certaines conditions favorables pour les faire reparaitre. On ne peut évidemment que former des conjectures sur la nature de ces empreintes mystérieuses, et c'est une satisfaction que les théoriciens n'ont pas manqué de se donner, sans rien trouver cependant qui écarte toutes les difficultés. Si nous avons quelque autorité en cette matière, nous proposerions une idée qui nous semble fort simple. Nous distinguerions l'orientation des molécules des centres cérébraux et leur vibration, de même que construire et régler un piano est autre chose qu'en jouer. L'orientation détermine une fois pour toutes l'espèce de vibration que les centres peuvent produire comme la nature et les dimensions des cordes du piano ; mais il faut quelque chose de plus pour en tirer les notes, il faut la vibration même et ce qui la cause. L'orgue de barbarie serait peut-être une image plus fidèle de l'organe cérébral de l'imagination. Les airs y sont marqués d'avance avec une grande précision, mais tout reste silencieux jusqu'à ce qu'une main, main d'ignorant ou de savant, peu importe,

(1) *Les maladies de la mémoire*, 2<sup>e</sup> ed., p. 141, Paris, G. Baillière.

mette la machine en mouvement. L'imagination cérébrale est un orgue d'une complexité extrême. Les éléments susceptibles de recevoir une orientation spéciale et de jouer isolément sont en nombre incalculable. Les sens, toutes les fois qu'ils entrent en exercice sur de nouveaux objets, déterminent une orientation nouvelle, ou fortifient une orientation déjà formée, quand l'objet a été précédemment perçu. L'orientation, une fois reçue, persévère dans le silence et les ténèbres, tant que rien ne fait vibrer les molécules constituées en un système de vibration. Une cause convenable suffisante, la volonté, l'attention, une surexcitation agitée sur ce petit instrument, aussitôt il vibre et l'image apparaît. Car, nous l'avons dit et il est bon de le répéter, dès que l'organe du sens ou celui de l'imagination vibrent d'une certaine manière, la sensation et la représentation imaginaire surgissent aussi fatalement que l'image des objets frappés par la lumière.

La multiplicité des centres de l'imagination semble avoir été rendue incontestable par la pathologie. A chaque sens correspond un centre ; ce n'est pas assez dire, chaque catégorie d'images, sinon chaque image, a son centre particulier. Par l'effet de la maladie, des régions spéciales cessent de fonctionner, comme ces registres qui se faussent et refusent de jouer. D'autres fois, ce sont des séries entières ou des airs marqués qui font défaut : de larges portions de la vie passée s'obstinent à rester dans l'oubli. D'autres fois encore, les notes de même genre manquent sur tous les registres, par exemple les noms propres ou même seulement certaines lettres de l'alphabet. Est-ce tout ? Pas encore. Par les sens, le dehors agit sur nous et nous devenons aptes à agir sur le dehors ; l'imagination, substitut des sens, remplit un rôle analogue. Or cette double relation suppose division dans les centres, car la paralysie nous rend incapables de remplir tantôt l'une et tantôt l'autre, ce qui n'aurait pas lieu si le centre était commun pour le *pâtir* et pour l'agir. Ainsi un malade peut comprendre ce

qu'on lui dit, y penser, et cependant être incapable de le répéter, bien que les organes de la parole soient parfaitement libres. Mais on comprendra mieux tout ceci par des exemples.

« Vous vous rappelez, dit Trousseau (1), l'expérience que j'ai souvent répétée au lit de Marcou. Je plaçais son bonnet de nuit sur son lit et lui demandais ce que c'était. Mais, après l'avoir regardé attentivement, il ne pouvait dire comment on l'appelait et s'écriait : « Et cependant je sais bien ce que c'est, mais je ne puis m'en souvenir. » Lorsque je lui disais que c'était un bonnet de nuit, il répondait : « Oh oui, c'est un bonnet de nuit. » La même scène se répétait pour les divers autres objets qu'on lui montrait. Toutefois, il y avait des choses qu'il nommait bien, comme sa pipe. C'était, vous le savez, un terrassier, qui travaillait par conséquent surtout à la pelle et à la pioche ; et ce sont, par conséquent, des objets dont un terrassier ne doit jamais oublier le nom. Mais Marcou ne put jamais nous dire avec quels outils il travaillait ; et, lorsqu'il avait cherché en vain à s'en souvenir, je lui disais que c'était la pelle et la pioche : « Oh oui, » répondait-il, mais deux minutes après, il était aussi incapable qu'auparavant de les nommer. »

Ce malade fournit un exemple de paralysie du centre imaginaire de plusieurs mots usuels et du centre de prononciation, si l'on peut ainsi dire, de ces mêmes mots : il ne peut se les rappeler et, quand il les reconnaît, il ne peut les prononcer. Le fait suivant est plus curieux encore. Le docteur Bastian l'emprunte au docteur Graves.

« Un fermier avait eu une attaque de paralysie dont il n'était pas guéri au moment de l'observation. A l'attaque succéda une hésitation pénible de la parole. *La mémoire était bonne pour toutes les parties du discours, sauf pour les substantifs et les noms propres* : il ne pouvait absolument

(1) Cité par Bastian : *Le cerveau, organe de la pensée*, traduit de l'anglais, t. II, p. 226.

pas retenir ces derniers. Ce défaut était accompagné de la singulière particularité que voici : — *il se rappelait parfaitement la lettre initiale de chaque substantif, ou nom propre, qui se présentait dans le cours de la conversation, bien qu'il ne pût se rappeler le mot lui-même.* L'expérience lui avait appris l'utilité d'avoir une liste manuscrite des choses qu'il avait l'habitude de demander, ou dont il parlait d'ordinaire, y compris les noms de ses enfants, de ses domestiques et de ses connaissances. Il avait arrangé tous ces noms, par ordre alphabétique, dans un petit dictionnaire de poche dont il se servait de la manière suivante : s'il désirait demander quelque chose sur une vache (en anglais *cow*), avant de commencer sa phrase, il tournait jusqu'à la lettre C, cherchait le mot *cow*, et tenait le doigt et ses yeux fixés dessus, jusqu'à la fin de la phrase. Il pouvait prononcer le mot *cow* à la place convenable, tant qu'il avait les yeux fixés sur les lettres écrites ; mais, du moment qu'il fermait son livre, le mot sortait de sa mémoire, et ne pouvait plus être rappelé, bien qu'il se souvint de son initiale et pût le retrouver à nouveau lorsque c'était nécessaire. Il ne pouvait même pas se rappeler son propre nom, à moins de le chercher, non plus que le nom d'aucune personne de sa connaissance ; mais il n'était jamais embarrassé pour l'initiale du mot à employer. »

Cet exemple nous montre que le souvenir des caractères généraux des objets peut se conserver, lorsque le nom en est oublié ; et que de ce nom on peut ne retenir qu'une lettre. Citons encore un cas rapporté par Bouillaud.

« Lefèvre, âgé de cinquante-quatre ans, après une grande anxiété mentale, devint incapable de lire, ou de trouver des mots pour exprimer ses pensées. Sa sensibilité et ses facultés motrices étaient intactes, et sa santé générale assez bonne. Lorsqu'il désirait répondre aux questions qu'on lui adressait, il faisait usage d'expressions soit tout à fait intelligibles, soit ayant une signification tout à fait différente de ce qu'elles devaient exprimer. Lorsqu'on le questionnait

sur sa santé, il répondait deux ou trois mots de droit ; puis, pour dire qu'il ne souffrait pas du tout de la tête, il disait : « Les douleurs ordonnent un avantage ; » tandis qu'en écrivant, il répondait à la même question : « Je ne souffre pas de la tête. » Lorsqu'on prononçait un mot comme *tambour*, par exemple, et qu'on lui disait de le répéter, il disait *fromage* ; bien qu'il l'écrivît, au contraire, tout à fait correctement, lorsqu'on le lui demandait. On le pria de copier les mots *feuille médicale* ; il les écrivit parfaitement, mais il ne put jamais lire exactement les mots qu'il devait écrire ; il prononçait *féquicale*, *fènicale* et *fédocale*. Puis, comme on lui faisait lire le mot *féquicale*, écrit par lui-même, il le prononça *jardait*. Il écrivait souvent sur le papier des phrases inintelligibles, soit par la nature des mots employés, soit par leur manque de relation entre eux. Lorsqu'on lui montrait divers objets, il les nommait en général correctement ; mais il se trompait parfois et, dans la même séance, il appela une plume, un *drap* ; un crachoir, une *plume* ; une main, une *tasse* ; une corde, une *main* ; une bague, un *crachoir* (1).»

Ce malade comprenait ce qu'on lui disait, puisqu'il y répondait correctement par l'écriture. Il avait donc conservé les images des mots parlés et des mots écrits. Mais quand il s'agissait de parler, les mouvements de la langue n'étaient plus réglés ni par les images cérébrales des mots, ni par les mots écrits. Le désordre semble siéger dans les nerfs qui mettent la langue en communication avec les centres de l'imagination. Voici maintenant un cas où la mémoire est intéressée tout entière d'une manière périodique. M. Taine (2) l'emprunte à Macnish.

« Une jeune dame américaine, au bout d'un sommeil prolongé, perdit le souvenir de tout ce qu'elle avait appris. La mémoire était devenue une table rase. Il fallut tout lui

(1) Bastian, t. II, p. 259.

(2) *De l'intelligence*, t. I, p. 165.

rapprendre. Elle fut obligée d'acquérir de nouveau l'habitude d'épeler, de lire, d'écrire, de calculer, de connaître les objets et les personnes qui l'entouraient. Quelques mois après, elle fut reprise d'un profond sommeil, et, quand elle s'éveilla, elle se retrouva telle qu'elle avait été à son premier sommeil, ayant toutes ses connaissances et tous les souvenirs de sa jeunesse, par contre ayant complètement oublié ce qui s'était passé entre ses deux accès. Pendant quatre années et au delà, elle a passé périodiquement d'un état à l'autre, toujours à la suite d'un long et profond sommeil... Elle a aussi peu conscience de son double personnage que deux personnes distinctes en ont de leurs natures respectives. Par exemple, dans l'ancien état, elle possède toutes ses connaissances primitives. Dans le nouvel état, elle a seulement celles qu'elle a pu acquérir depuis sa maladie. Dans l'ancien état, elle a une belle écriture. Dans le nouveau, elle n'a qu'une pauvre écriture maladroite, ayant eu trop peu de temps pour s'exercer. Si des personnes lui sont présentées dans un des deux états, cela ne suffit pas ; elle doit, pour les connaître d'une manière suffisante, les voir dans les deux états. »

Inutile de multiplier des exemples qui nous conduiraient tous à cette même conséquence : l'organe de la mémoire est un instrument dont les éléments, pour ne pas dire les rouages, sont en nombre incalculable. Ces éléments agissent seuls, mais ils agissent aussi par groupes et avec ensemble. Matériels, ils sont soumis aux conditions de la matière organisée. La maladie les atteint ou isolément ou par groupes, les désorganise ou en gêne simplement le jeu. Parmi les conditions physiologiques de leur exercice, la plus universelle et la plus indispensable est la circulation normale du sang qui les baigne. Il n'y a pas de fonction organique qui ne se ralentisse quand la circulation devient paresseuse, qui ne s'active avec elle, qui ne s'exagère dans la fièvre. Une anémie locale gênera fatalement, rendra même impossible, si elle est complète, l'exercice de tel ou

tel centre cérébral ; par suite, le souvenir sera difficile, résistera même à tous les efforts. Il est aisé de constater que lorsqu'on est engourdi, assoupi, c'est-à-dire lorsque le mouvement du sang est ralenti, on perd proportionnellement la facilité du souvenir. Quand on s'excite au contraire, qu'on éveille vivement son attention, ce qui n'a pas lieu sans une impulsion nouvelle donnée au cours du sang, la mémoire est vive et trouve sur-le-champ ce qu'elle veut. Nous avons raconté ailleurs l'histoire d'un petit paysan qui, ayant oublié le nom du râteau et voyant à terre un de ces instruments, demande comment on l'appelle. « Mets le pied dessus, lui dit son compagnon, et tu le trouveras. » En effet, l'instrument se relève subitement sous la pression du pied, le paysan reçoit un coup du manche dans la figure et s'écrie : « Le d... emporte le râteau. » Ce coup fouettait à la fois et la colère et le sang du jeune rustre, et il n'en fallut pas plus pour réveiller brusquement en lui le centre où dormait l'image du nom du râteau.

Nous trouvons dans le livre de M. Ribot un fait où l'on voit la mémoire revenir avec la circulation normale. Un officier se fait une blessure insignifiante au pied à la fin du mois de novembre. Le 30 de ce mois, il va à Versailles pour voir son frère ; il y dîne, revient le même jour à Paris, et, en rentrant chez lui, il trouve une lettre de son père sur la cheminée. Le 1<sup>er</sup> décembre, étant au manège, il fait une chute sur le côté droit, assez lourde pour déterminer une légère syncope. Revenu à lui, il remonte à cheval, continue sa leçon d'équitation pendant trois quarts d'heure avec une grande régularité. Cependant de temps en temps il disait à l'écuyer : « — Je sors d'un rêve ; que m'est-il donc arrivé ? » — On le reconduisit à son domicile. Laissons maintenant la parole à son médecin :

« Habitant la même maison que le malade, je fus mandé aussitôt. Il était debout, me reconnut, me salua comme à l'ordinaire et me dit : « Je sors comme d'un rêve. Que m'est-il donc arrivé ? » Parole libre. Réponses

justes à toutes les questions. Il ne se plaint que de confusion dans la tête.

» Malgré mes demandes, celles de son écuyer et de son domestique, il ne se rappelle ni sa blessure de l'avant-veille, ni son voyage à Versailles de la veille, ni sa sortie du matin, ni les ordres qu'il a donnés avant de sortir, ni sa chute, ni ce qui a suivi. Il reconnaît parfaitement tout le monde, appelle chacun par son nom, sait qu'il est officier, qu'il est de semaine, etc.

» Je n'ai pas laissé passer une heure sans observer ce malade. Chaque fois que je revenais à lui, il croyait toujours me voir pour la première fois. Il ne se rappelle aucune des prescriptions médicales qu'il vient de suivre. En un mot, rien n'existe pour lui que l'action du moment.

» Six heures après l'accident, le poulx commença à se relever et le malade commença à retenir la réponse à lui faite tant de fois : vous êtes tombé de cheval.

» Huit heures après l'accident, le poulx gagne encore : le malade se souvient de m'avoir vu une fois.

» Deux heures et demie plus tard, le poulx est normal. Le malade n'oublie plus rien de ce qu'on lui dit. Il se rappelle parfaitement sa blessure au pied. Il commence aussi à se rappeler qu'il a été la veille à Versailles, mais d'une manière si incertaine qu'il avoue que, si on lui affirmait bien positivement le contraire, il serait disposé à le croire. Cependant, le retour de la mémoire s'opérant de plus en plus, il acquiert dans la soirée la conviction intime d'avoir été à Versailles. Mais c'est là que s'arrête pour ce jour le progrès du souvenir. — Le 2 décembre, après une nuit de sommeil tranquille, il se rappelle dès son réveil successivement ce qu'il a fait à Versailles, comment il en est revenu et qu'il a trouvé la lettre de son père sur la cheminée. Mais tout ce qu'il a fait, vu ou entendu le 1<sup>er</sup> décembre avant sa chute, il l'ignore encore aujourd'hui... »

De ces faits, une première induction se présente ici tout naturellement. S'il n'est pas possible de déterminer exactement chacune des parties de l'organe de l'imagination qui sert de base à la mémoire, comme on le fait pour les organes des sens, pour l'œil et pour l'oreille, il n'en reste pas moins incontestable que ces éléments sont innombrables et doivent occuper une partie considérable de l'encéphale, peut-être toute la substance grise ; c'est ce qui résulte de toutes les observations pathologiques. Il n'est pas d'acte de la mémoire médiocrement compliqué qui ne mette en œuvre des cellules nerveuses disséminées à des distances relativement considérables.

M. Ribot a pris la peine de montrer cette complexité pour ce qu'il appelle « la mémoire d'une pomme », et qui n'est de fait que la représentation d'une pomme par l'imagination. « La mémoire d'une pomme, dit-il, est nécessairement la forme affaiblie de la perception d'une pomme. Que suppose cette perception ? Une modification de la rétine, terminaison nerveuse d'une structure si compliquée, une transmission par le nerf optique, les corps genouillés jusqu'aux tubercules quadrijumeaux, de là aux ganglions cérébraux (couche optique ?), puis à travers la substance blanche aux couches corticales (dans la région du pli courbe, d'après Ferrier). Cela suppose la mise en activité de bien des éléments divers, épars sur un long trajet. Mais ce n'est pas tout. Il ne s'agit pas d'une simple sensation de couleur. Nous voyons, ou nous imaginons la pomme comme un objet solide, ayant une forme sphérique. Ces jugements résultent de l'exquise sensibilité musculaire de notre appareil visuel et de ses mouvements. Or les mouvements de l'œil sont réglés par plusieurs nerfs ; le pathétique, le moteur oculaire commun, le moteur oculaire externe. Chacun de ces nerfs aboutit à un point particulier du bulbe, rattaché lui-même par un long trajet à l'écorce du cerveau, où se forme ce que Maudsley appelle les intuitions motrices. Nous indiquons en gros ; pour les

détails, on peut consulter les traités d'anatomie et de physiologie. On se fera une idée du nombre prodigieux de filets nerveux et de cellules disséminées en îlots et en archipels dans les diverses parties de l'axe cérébro-spinal, qui servent de base à cet état physique — la mémoire d'une pomme — que la double illusion de la conscience et du langage ont fait considérer comme simple (1). »

Cette illusion de la conscience est une illusion du jugement de M. Ribot, à moins que ce ne soit une habileté de langage. Un homme entend en Bretagne la syllabe *pa*, un autre en Auvergne la syllabe *trie*; quel est celui des deux qui a entendu le mot *patrie*? Ni l'un, ni l'autre. Rapprochez les distances, sans confondre les sujets, arriverez-vous à l'unité du phénomène? Pour être à côté l'un de l'autre, notre Breton et notre Auvergnat, si chacun d'eux n'entend qu'une syllabe, n'entendront ni l'un ni l'autre le mot. Dans les limites étroites du corps humain même, tant qu'il y a séparation locale, la difficulté est la même. Si ce n'est point le même sujet qui recueille les éléments d'un phénomène épars dans dix, cent, mille parties distinctes et distantes de l'organisme, il y aura dix, cent, mille phénomènes, jamais un seul et même phénomène. Or le phénomène d'imagination, que M. Ribot appelle phénomène de mémoire, est vraiment un, car c'est moi qui vois en même temps dans mon imagination les divers éléments de l'image d'une pomme. Brisez l'unité de ce moi, l'image se brise aussitôt comme dans un miroir mis en pièces, et l'on n'a plus même le moyen de constater cette multiplicité, car l'unité seule constate la multiplicité.

(1) P. 19. Ce passage de M. Ribot est loin d'être exact en tout point. Entre autres choses, nous ne pouvons laisser dire que la mémoire n'est que la sensation affaiblie. Si cette doctrine était vraie, il s'ensuivrait qu'un amputé ne pourrait se souvenir des impressions éprouvées par lui, au membre dont il est privé, lorsqu'il était encore entier. Le phénomène organique de la mémoire se passe dans le cerveau; les autres mouvements organiques sont des accidents consécutifs, rien de plus.

Maintenant, comment un sujet, qui est un, peut-il recueillir des éléments de phénomènes épars en diverses parties de l'organisme, s'il n'est lui-même en ces diverses parties? En vérité, la chose ne paraît pas possible. On pourrait à la rigueur supposer un centre où tout aboutit; mais ni l'anatomie, ni la physiologie ne permettent d'admettre une telle hypothèse. Le cerveau est un amas de centres; le centre unique n'existe pas. Nous sommes ici en présence de l'un de ces faits qui déroutent pleinement le matérialisme: les lois de la matière sont prises en flagrant délit d'insuffisance; un ordre tout différent se révèle. Il faut en revenir à l'antique notion de l'esprit, à savoir celle d'une substance qui est tout entière en plusieurs lieux à la fois. Ainsi rien n'empêche que nous recueillions en plusieurs points de notre cerveau les éléments divers et disparates d'un même phénomène, parce que notre esprit est à la fois, tout entier et sans éprouver de division, en ces divers points. Que les philosophes physiologistes multiplient tant qu'ils voudront les éléments de la mémoire et les disséminent aux quatre coins de l'organisme; s'ils croient embarrasser les spiritualistes en ce faisant, ils sont bien naïfs; et, s'ils ne voient pas les difficultés qu'ils se créent à eux-mêmes, ils sont bien aveugles.

Tout leur effort consiste à expliquer comment les images se conservent en dépit du renouvellement incessant des cellules de l'organisme, et ils croient se tirer d'affaire en disant que les molécules nouvelles se replacent exactement au lieu des molécules anciennes. Ils ne voient pas que certains faits allégués par eux, non sans quelque air de triomphe, déposent contre cette explication. Le cas de Macnish en particulier, où l'on voit une dame qui a deux séries alternantes de souvenirs sans rapport entre elles, montre que les images ne se perpétuent pas suivant la loi du *processus* vital, puisque ce processus continue toujours le même et n'empêche pas l'ensemble des souvenirs de s'interrompre et de changer tout à coup comme un décor de

théâtre. Sans l'âme, vous n'expliquerez jamais comment des souvenirs, absolument séparés par de grands intervalles de temps, coïncident en un seul et même sujet : des tronçons disjoints ne peuvent être réunis, sinon par un lien commun ; mais où est ce lien entre des groupes de phénomènes qui n'ont rien de substantiel et qui se manifestent sans nul rapport entre eux, à des époques fort éloignées ?

Les actes de la mémoire, comme presque tous les actes de l'homme, jaillissent à la fois de l'organisme et du principe substantiel vivant. Sans le concours de l'organisme, la vie reste dans une sorte d'engourdissement ; et, sans l'influence de l'âme, l'organisme s'épuise en de stériles mouvements de l'ordre mécanique. Mais l'union de la vie substantielle et de l'organe est si intime qu'il est difficile que les modifications de l'un ne déterminent pas dans l'autre un concours simultané d'où résulte une action commune, unique pour la conscience. Cependant l'effet est tout autre suivant que le mouvement part de l'organe ou qu'il part du principe vivant.

On ne peut révoquer en doute la part considérable des conditions purement organiques sans lesquelles les centres cérébraux n'entrent pas en jeu, ni de celles qui mettent presque mécaniquement ces centres en action, comme une simple machine artificielle. Les accidents morbides dont nous avons parlé en sont une preuve suffisante. Ajoutons que, suivant une expérience journalière, l'organe de la mémoire s'exerce indépendamment de la volonté et de l'attention. Qui n'est pas de temps en temps poursuivi, obsédé par des souvenirs fâcheux, désagréables, en dépit de la peine qu'on se donne pour les repousser ? D'autres fois, il suffit de livrer carrière à la mémoire organique ; aussitôt de grandes séries de souvenirs se déroulent d'elles-mêmes et pendant qu'on pense à autre chose. Qui n'a vu des enfants répéter de grandes tirades auxquelles ils ne com-

prennent pas un mot, mais qu'ils ont apprises par cœur ? La mémoire du perroquet occupe une place qui n'est pas sans importance dans la tête de l'homme. La part de l'organisme dans le retour des souvenirs n'est pas douteuse ; celle du principe vivant, de la volonté attentive est encore plus claire : le cerveau est un instrument que nous ne connaissons pas, et dont nous nous servons à chaque instant comme il nous plait.

L'usage de la parole, dans les conditions normales, n'est-il pas à notre libre disposition ? Nous parlons, nous nous taisons ; nous disons ceci plutôt que cela ; nous mettons nos paroles en harmonie avec celles de nos semblables, dans nos relations quotidiennes ; nous interrogeons, nous répondons, et, de part et d'autre, demandes et réponses s'accordent. En tout cela, il y a choix, prédominance de la volonté. C'est se moquer de soutenir qu'en disant sans cesse précisément ce que nous voulons dire, nous obéissons à une impulsion extérieure qui prédétermine notre choix. Outre que c'est donner un démenti au témoignage de la conscience, c'est supposer cette énormité que le hasard produit perpétuellement l'ordre ; que des milliers de machines parlantes, montées à l'aventure, sont infailliblement d'accord quand elles se rencontrent. Laissons ces insanités. Nous parlons, parce que nous voulons parler, et nous parlons, comme nous voulons parler. L'organisme doit être de la plus grande docilité, obéir instantanément à la volonté, sous peine de manquer à sa destination et de rendre le travail de la parole une opération déplorablement fatigante. Nous avons besoin que les mots arrivent instantanément au bout de notre langue, tels que nous les souhaitons, assez indépendants les uns des autres pour se prêter sans cesse à des combinaisons nouvelles. Or tout cela implique perpétuellement l'exercice de la mémoire. On ne parle pas sans se rappeler les mots et leur signification, c'est-à-dire sans faire usage de la mémoire, sans mettre en mouvement les parties du cerveau où les

images des sons attendent en silence qu'on les réveille. Rien ne prouve mieux que l'organe de la mémoire dépend de notre volonté, quoique nous ignorions par quel moyen nous nous en faisons obéir.

Il est vrai que la docilité de l'organe cérébral n'est pas sans bornes et qu'il résiste quelquefois à la meilleure volonté. Par exemple, on ne trouve pas toujours le mot dont on veut se servir ; on a de la peine à se rappeler certains faits dont on aurait besoin. On est en présence comme d'une force qui résiste à la volonté, et les philosophes physiologistes se hâtent d'en conclure que la mémoire est, sinon une force indépendante, du moins la résultante de phénomènes qui sont régis par des lois fatales. C'est donc la nature qui, sans savoir ce qu'elle dit, parle par notre bouche quand nous croyons parler. Il y a beaucoup de précipitation dans cette manière de raisonner ; nous réservons le ridicule.

Disons d'abord qu'il n'est pas permis d'asseoir sur des exceptions une conclusion générale. Les exceptions nous avertissent seulement de la présence de quelque facteur imprévu dont il faudra tenir compte dans certains cas particuliers, et dont on ne peut étendre l'influence à tous les cas sans manquer gravement à la logique et à la vérité.

Ensuite, on ne remarque pas assez une chose fort curieuse et qui a tout l'air d'un paradoxe. Quand la mémoire refuse un souvenir qu'on lui demande, on sait déjà de quelque manière ce qu'on lui demande. En effet, quand on veut se rappeler un souvenir qui échappe, on fait diverses tentatives, on tire des images des trésors de l'imagination, en disant à chaque fois : ce n'est pas cela, jusqu'au moment où se présente précisément ce que l'on veut. Mais comment juger que la représentation est fautive ; comment reconnaître qu'elle est vraie, si l'on n'en a pas déjà quelque idée vraie dans l'esprit ? Y aurait-il une mémoire derrière la mémoire ? N'est-ce pas encore ici un cas de l'idée cherchant son expression, préexistant par conséquent à son

expression et ne se reconnaissant pleinement elle-même que dans son expression ? En tout cas, la philosophie qui se renferme dans les accidents de l'organisme, et qui prétend créer des difficultés insolubles parce qu'elle ne voit rien au delà, est une philosophie de myope. Qu'on nous permette d'insister, afin de faire ressortir le rôle prépondérant de l'idée dans l'exercice de la mémoire.

Comment parle-t-on ? Fait-on attention aux lettres, aux syllabes, aux mots, à la partie matérielle du langage ? Malheur à celui qui agirait de la sorte, il entrerait promptement dans la catégorie de ceux qui ne savent ce qu'ils disent. Quand on parle une langue que l'on possède bien, on fait uniquement attention au sens, aux idées qu'on veut exprimer, et les mots viennent se placer comme d'eux-mêmes sur la langue. Ce qui les attire, c'est le sens, c'est-à-dire le rapport mystérieux que l'habitude établit entre le mot matériel et l'idée. L'usage répété du mot animé par le sens unit tellement le mot et l'idée, que l'idée ressuscite immédiatement le mot et que le mot à son tour réveille immédiatement l'idée.

Le lien ainsi créé se relâche quelquefois et c'est alors que la mémoire est accusée d'indocilité. L'accusation n'est pas toujours fondée. La résistance de la mémoire n'est souvent au fond que l'hésitation de la volonté. Très fréquemment notre attention est faible ou divisée, effet de la paresse ou de la préoccupation. Chacun de nous peut en faire l'expérience en soi-même. On hésite en parlant, lorsqu'on porte un intérêt médiocre au sujet de la conversation, ou lorsqu'on a l'esprit partagé, qu'on parle avec une demi-distraktion. L'attention, en effet, agit sur l'organe, l'adapte, l'aiguise, le met dans les conditions du meilleur exercice. Qu'on pense à la différence de *voir* et de *regarder*, et l'on comprendra ce que nous disons ici. Il n'est donc pas étonnant que, si l'attention vient à manquer, l'organe s'engourdisse et ne réponde pas à un appel qui est à peine sérieux et qui est du moins mal dirigé.

Cependant, comme il a été dit, la maladie ou d'autres causes physiques peuvent atteindre l'organe même, rendre les centres cérébraux paresseux, lents, inhabiles au service, absolument comme une montre qui se détériore par accident ou qui se rouille parce qu'on ne la fait pas marcher. Mais ici encore l'idée, quoiqu'elle semble ne plus savoir se faire obéir, garde sa prédominance, ainsi qu'on va le voir.

Les mots d'une langue sont inégalement susceptibles de s'oblitérer dans la mémoire. Dans les conditions normales, ils répondent d'autant plus fidèlement à l'appel qu'ils sont plus généraux. Le nom propre, tout individuel, est d'une fragilité qui fait le tourment de bien des personnes. Quelle est la signification de ce phénomène?

On dit volontiers que les noms sont répétés d'autant plus fréquemment qu'ils répondent à une idée plus générale, et que cette répétition grave chaque fois davantage l'image du mot dans l'organe cérébral. On sait d'ailleurs que toute habitude organique rend les actes faciles. Mais cette explication semble n'être pas ici à sa place. Il n'est pas rare en effet qu'on se rappelle sans peine les qualités extérieures et distinctives d'une personne qu'on n'a vue qu'une fois, et qu'on ait en même temps toutes les peines du monde à se rappeler le nom d'une autre personne avec qui on a vécu familièrement : une impression éprouvée une seule fois se trouve ainsi plus durable qu'une impression journalièrement répétée. Il ne suffirait pas de dire que cette impression unique, dont il est ici question, se trouve exprimée par des termes communs déjà soumis à la loi de la répétition, tandis que le nom propre est toujours isolé. Le nom propre en effet s'exprime souvent dans notre langue par des termes communs, tels que Leblanc, Leroux, Lenoir. Sous cette forme il partage encore la fragilité du nom propre, et cependant les mêmes termes exprimant les qualités de la personne acquièrent par cela seul plus de solidité.

Les dates de l'histoire sont encore plus caduques dans la mémoire que les noms propres, quoique les images des nombres qui les représentent soient très certainement à la portée de tout esprit médiocrement cultivé. Le lien est en réalité très fragile qui rattache un événement à une époque marquée par un chiffre : n'y a-t-il pas une infinité de dates où ce même événement aurait pu avoir lieu ? Le lien ne s'établit d'ordinaire que par l'énonciation du fait et par l'énonciation d'un millésime, c'est-à-dire par la coïncidence de deux sons. Mais que l'on donne un sens à ce rapport, que ce sens soit raisonnable, qu'il soit bizarre, peu importe, pourvu que ce soit réellement un sens, aussitôt la date se fixe, devient presque immuable. S'il nous est permis de parler de nous-même, pour quelques dates historiques restées dans notre mémoire, nous constatons que l'une des plus fraîches est celle de la fondation de Carthage (888), ce qui peut sembler une bizarrerie. En effet, un jour, il y a bien des années, un plaisant la fit entrer dans un conte où il est question de Didon et de trois paires de lunettes, donnant ainsi un sens aux trois 8.

Le fait est que les mots considérés en eux-mêmes se valent les uns les autres. Ils se distinguent comme se distinguent les sons, pas autrement : ils ne sont ni généraux ni particuliers ; ils sont de l'air qui vibre. La propriété d'embrasser un nombre plus ou moins grand d'objets n'appartient pas à un mot, mais à sa signification, c'est-à-dire à l'idée qu'il est destiné à réveiller. Tout au plus pourrait-on dire, si l'on voulait ramener l'extension au mot, que c'est la propriété qu'il a d'être applicable aux individus de même espèce ; mais cela n'est intelligible qu'avec et dans l'esprit qui comprend le mot, qui sait ce que c'est de pouvoir être appliqué et peut appliquer. Dans le nom propre et la date, le rapport intelligible se réduit à un minimum, et c'est pour cela qu'il est si fragile. La part de l'esprit n'est pas moins évidente dans le souvenir provoqué.

Lorsque nous faisons effort pour nous souvenir, c'est toujours par rapport à quelque détail accessoire d'un objet : l'objet est présent lui-même devant l'esprit ; il s'agit de le compléter. Comment procédons-nous ? Nous étudions sous toutes ses faces cet objet, nous constatons la lacune, et tâchons d'abord de la combler au moyen de raisonnements et d'inductions que nous appuyons sur les points déjà connus. Cette méthode réussit souvent, et l'on voit qu'elle est toute rationnelle. Mais vient-elle à échouer, nous n'avons plus qu'à tâtonner. Nous essayons des mots, des syllabes, qui nous semblent se rapprocher du mot cherché, méthode ingrate, désespérée, ordinairement infructueuse, qui dispose néanmoins le cerveau à rendre l'image rebelle au moment où l'on n'y pense plus. Ce dernier effet semble tout mécanique ; mais n'a-t-il pas fallu les efforts réitérés de l'esprit pour le préparer ?

Ainsi, dans les conditions normales de la parole, c'est l'idée, l'attention, la volonté qui mettent en mouvement et dirigent l'organe de la parole et l'organe de la mémoire ; dans les conditions anormales, l'idée est encore présente et la volonté en cherche avec plus ou moins de peine l'expression. Dans ce dernier cas, le succès est d'autant plus assuré que l'idée est plus idéale, si l'on peut ainsi dire, qu'elle est plus éloignée des conditions de la matière, qu'elle est plus générale, ou, en d'autres termes, que l'objet dont on veut se souvenir se confond mieux avec les choses de l'esprit. La résistance de la mémoire organique met surtout en évidence les efforts qui sont faits pour la vaincre, la présence d'une force qui agit en sens opposé. Est-il rien qui démontre mieux le rôle de l'activité personnelle ? Est-ce qu'on aurait même l'idée de demander à la mémoire ce qu'elle ne donne pas, si ce qu'elle donne mécaniquement était tout, s'il n'y avait rien au delà de ce tout, pas de puissance capable de demander ? La mémoire organique est forcée ou tout au moins fortement sollicitée ; il y a donc quelque chose qui la force, qui la sollicite. Ce quelque chose

sait, veut et agit. Nous l'appelons *esprit* et croyons en avoir le droit le plus rigoureux. Bien myope qui ne voit pas cela.

Il ne sera pas sans fruit d'étudier encore de plus près la part de l'idée dans l'acte de la mémoire.

Laissons de côté la question fort épineuse, fort controversée et fort controversable de l'origine des idées. Prenons l'homme doué de la puissance de connaître et l'exerçant librement dans sa plénitude. Que remarquons-nous en lui à ce point de vue ? Une activité incessante qui se porte sur toute sorte d'objets, les examine et prononce sur chacun d'eux un jugement, une affirmation dont la forme générale s'exprime par ces deux mots : « cela est. » De ces deux mots, le dernier désigne le verbe, la parole par excellence : il revient à chaque instant, exprimé de cette façon ou de toute autre, ou même sans être exprimé, dans la voix de tout homme qui parle, dans l'esprit de tout homme qui pense. Nous avons dit en commençant que l'imagination reproduit dans l'esprit, ou plutôt sur ses confins, une image du monde sensible pour l'usage de l'homme ; le verbe *être* va plus loin, il introduit peu à peu ce monde sensible dans le monde bien supérieur de l'idée, qui est celui de la science et de la réalité absolue. Le verbe fait-il à chaque instant pour ainsi dire explosion ? est-il une création nouvelle qui infuse la vie à chaque nouvelle pensée ? N'est-ce pas plutôt comme la pulsation de la vie intellectuelle, la manifestation toujours renaissante d'une action qui se perpétue toujours ? Pour dire avec vérité : « cela est, » il est indispensable de savoir d'abord ce que c'est que d'être ; de même que, pour dire avec vérité « que la neige est blanche », il faut savoir ce que c'est que d'être blanc, et que pour dire « qu'une boule est ronde », il faut savoir ce que c'est que d'être rond. Nous portons donc au fond de notre esprit la notion de l'être, perpétuellement vivante, sinon perpétuellement définie, et c'est vers cette notion que

l'esprit se tourne comme vers sa lumière propre pour savoir si tout le reste participe ou non à l'être. L'organe matériel, le sens ou le cerveau, est indispensable pour présenter à l'esprit l'objet qu'il veut connaître, c'est-à-dire introduire à sa place propre dans le monde de l'idée ; mais y a-t-il une nécessité semblable pour le verbe ? Cette nécessité serait au moins singulièrement flexible. L'affirmation se produit ordinairement à l'aide de mots, parlés ou pensés ; à défaut de mots, des images, des gestes y suffisent, et nous sentons très bien que l'assentiment est un mouvement de l'esprit qui n'a besoin de rien d'étranger pour se produire, exactement comme le mouvement volontaire.

Aussi la notion de l'être survit à tout, les défaillances de la mémoire ne l'atteignent jamais ; on en constate l'absence seulement quand on constate l'absence de toute pensée, comme dans la démence ou la syncope, et même alors il est téméraire d'affirmer que l'idée au moins vague de l'être s'est évanouie.

L'affirmation, quand elle ne porte pas sur l'être absolu, a pour objet un rapport ; car on affirme toujours association ou disjonction de deux termes. Or il y a deux grandes séries de rapports : les uns sont nécessaires et les autres contingents ; et l'esprit est dans des conditions toutes différentes à l'égard des uns et des autres. Les rapports nécessaires étant l'idée même de l'être considéré sous ses divers aspects, l'esprit possède avec l'idée de l'être la puissance d'en découvrir les divers aspects : il lui suffit pour cela d'analyser cette idée. Cette analyse très facile dans les déductions les plus immédiates demande des efforts croissants à mesure que l'esprit s'en éloigne. Mais le travail et l'étude rendent cette opération de plus en plus aisée, de telle sorte que les idées trouvées par cette voie laborieuse deviennent à la fin très familières à la pensée. Mais personne n'ignore que les voies par où l'esprit rayonne autour de l'idée de l'être sont en très grand nombre et que chacune d'elles s'ouvre à des recherches sans fin, et reste par

conséquent en très grande partie inexplorée. Ainsi tout esprit humain est condamné à vivre dans une sphère lumineuse enveloppée de ténèbres. Mais cette sphère lui appartient : il s'y meut avec liberté, gagnant du terrain par cela même qu'il vit ; s'il en perd quelquefois, il a du moins alors plus de facilité pour le reconquérir.

Ici l'activité, la vie spirituelle domine les mouvements de l'organe matériel qui viennent se mêler à son évolution. L'esprit est le maître ; il choisit à son gré les mots, les signes visibles, les gestes, les formes extérieures sur lesquelles il appuie sa pensée. S'il en est qui soient plus commodes, il n'en est pas d'indispensables. Dans cet ordre, l'esprit est comme un homme riche, qui n'est pas délivré de tous besoins, mais qui a mille moyens de les satisfaire.

Ce qui est purement contingent ne peut se déduire d'aucune notion générale. L'esprit n'a qu'une voie pour arriver à la connaissance d'un tel objet ; cette voie est l'expérience, et l'expérience est avant tout une action exercée par l'objet (*experiri*) sur l'esprit, moyennant les sens. Cette notion de l'objet contingent se forme par l'impression sensible et par l'impression imaginaire. Elle ne persévère pas dans l'esprit à l'état inconscient ; ce qui persévère c'est la disposition, l'aptitude organique ou, si l'on veut, habituelle à reproduire l'impression, à vibrer d'une manière déterminée et à reproduire l'image. L'esprit *connaît* l'existence des êtres contingents par leur action sur ses sens : il les *reconnaît* par la réapparition de l'effet de cette action sur son imagination.

Mais gardons-nous de croire que tout soit contingent dans les êtres contingents. Si le fait de leur origine, si tout leur être est contingent, il n'en est pas moins nécessairement vrai qu'ils puisent leur origine et leur être dans l'être nécessaire. De là, deux ordres de lois qui les régissent : les unes contingentes comme leur être, les autres nécessaires comme leur premier principe. On peut ranger parmi celles-

ci les principes de métaphysique, tels que le principe de contradiction, celui de causalité, celui de substance, les lois des nombres, de la quantité. En vertu de ces principes et de ces lois, le fait de l'existence d'un être contingent étant donné, on peut en déduire une foule de conditions, de rapports sans lesquels cet être n'existerait pas, ou existerait autrement. C'est par là que la connaissance de l'être contingent devient connaissance rationnelle. Mais la pensée ne s'exerce pas de la même façon à l'égard d'un tel objet et de ses rapports multiples. L'objet lui-même, et tout ce qui est proprement contingent, ne se présente point à l'esprit sinon revêtu de la forme sensible ou imaginative sous laquelle la connaissance expérimentale l'a saisi, ou s'il n'est du moins représenté par quelque signe sensible et conventionnel. Au contraire, les applications à cet objet des principes et des lois nécessaires participent de l'indépendance de l'esprit dans l'ordre rationnel, où il peut choisir l'image sensible dont le concours lui est généralement indispensable.

Nous avons parlé, en commençant, d'un tableau, d'une sorte d'atlas du monde sensible que nos sens construisent sans cesse dans notre imagination. A proprement dire, les sens fournissent les matières, les détails, les couleurs, les esquisses ; c'est la réflexion rationnelle qui met de l'ordre en tout cela, établissant entre les éléments venus du dehors leurs rapports vrais, ici contingents, là nécessaires, d'où résulte l'harmonie du monde de la pensée avec le monde de la réalité. Ce concours de l'imagination et de la raison n'empêche pas que leurs opérations, les images et les idées tout entremêlées qu'elles sont, ne soient profondément distinctes, comme le tableau du peintre et sa conception. Chose curieuse, l'image ou le signe n'est pas le terme du regard de l'esprit, mais bien l'idée qu'il avait à travers le signe et l'image. Tantôt il va du signe à la pensée, et tantôt de la pensée au signe pour revenir à la pensée.

Il faut toujours avoir grand soin de distinguer l'image

ou le signe et l'idée. En tant qu'images, les représentations de notre tableau sont groupées suivant une loi qu'on a appelée fort mal l'association des idées et qui n'est autre chose qu'une simultanéité d'impressions : le souvenir d'une impression, d'un fragment d'impression réveille toutes les autres éprouvées à peu près en même temps. En tant qu'idées, ces représentations sont groupées comme les idées, c'est-à-dire suivant leur dépendance logique, qui les rattache les unes aux autres et les ordonne toutes par rapport aux premiers principes et à l'idée de l'être. On voit par là que l'esprit humain, dont la propriété essentielle est de discourir, comme disaient les anciens, *discurrere*, peut passer d'un objet de connaissance à un autre objet de connaissance dans notre tableau intérieur, soit en suivant l'ordre d'association chronologique, soit en suivant l'ordre d'association logique, soit l'ordre des images, soit l'ordre des idées. Ordinairement il se comporte en cela avec la plus grande liberté, changeant de marche suivant son bon plaisir et presque son caprice. Mais les choses ne se passent pas de la même manière dans les deux cas.

Quand il suit l'ordre logique, son point de départ est sûr : c'est un principe ou bien une connaissance actuellement consciente. De là, grâce aux deux grands instruments intellectuels dont il est armé par la nature, nous voulons dire l'induction et la déduction, il s'avance fouillant, explorant jusqu'à ce qu'il trouve l'objet cherché. Les signes, les expressions, lui sont-ils nécessaires pour cette recherche, ils surgissent comme spontanément sous ses pas ; ou, s'ils se font attendre, lui-même en crée, se servant de termes nouveaux, de cris, de gestes. Qu'on nous permette de citer une anecdote à ce sujet.

Deux Européens, qui ne savaient pas un mot des langues orientales, entrent dans un restaurant chinois. On leur sert un plat qui leur paraît suspect : ils font un signe au garçon, et poussent le cri du canard *can, can*, en regardant le plat. Le garçon répond *ouu, ouu*. Ils avaient été

compris, et ils comprirent qu'on leur avait servi du chien. On peut admirer ici la rapidité de la pensée chez le garçon chinois. « Ces messieurs, se dit-il implicitement, entrent ici ; évidemment c'est pour manger, les voilà servis. Mais chacun est bien aise de savoir ce qu'il mange. Justement, ils paraissent inquiets devant ce plat : ils me regardent, c'est pour m'interroger. *Can, can*, disent-ils ; ils me demandent si c'est du canard. Je vais leur répondre dans la même langue que c'est du chien. » Ce monologue ou tout autre semblable a été tenu certainement par le fils du céleste empire. Mais ce qui n'est pas moins certain, c'est qu'il lui a suffi de trois ou quatre mots pour se dire tout cela : sa pensée s'est achevée parfaitement claire et complète presque sans le secours des mots, à peu près nue, si l'on peut ainsi dire. Nous faisons cette remarque pour montrer que l'intelligence ne se traîne pas aussi péniblement qu'on veut le prétendre à travers l'attirail des mots. Elle en crée, comme nous venons de le voir, si elle en a besoin, et, quand elle est pressée ou, du moins, quand elle est très vive, elle s'en passe. C'est ainsi qu'elle se comporte en suivant l'ordre logique de ses pensées, et par là elle arrive à réveiller le souvenir qu'elle désire comme elle arrive à une conséquence (1).

Mais quand elle suit l'ordre des images, les choses se

(1) On a constaté que, au milieu du naufrage des mots dans la mer de l'oubli, l'interjection périt la dernière. Or l'interjection, quand elle n'est pas un simple cri, quand elle est un vrai mot, un son animé par un sens, représente une pensée implicite, enfermant à la fois sujet, verbe et attribut, et même plusieurs propositions. La pensée implicite n'est pas une hypothèse ; elle est un fait bien réel, comme l'exemple de notre Chinois le prouve et comme nous le pouvons constater en nous-mêmes avec un peu de réflexion. Maintenant, il semble que cet état d'*implication* soit l'état primitif de beaucoup d'idées. La réflexion déroule, développe, comme on dit si bien, tantôt l'une, tantôt l'autre. Les mots et les autres signes, non seulement en marquent les points saillants, mais ils jouent encore le rôle de clous, qu'on nous permette cette métaphore, et empêchent la toile de se replier sur elle-même, de se ramasser en une boule informe, comme une membrane élastique.

présentent d'une tout autre manière. Si la machine organique, si notre orgue de barbarie cérébral a toutes ses pièces en bon état, bien huilées où l'huile est nécessaire, d'une juste tonalité dans ses parties vibrantes et vibrant partout facilement, alors tout est pour le mieux ; les sons, les images, les mots se produisent comme par magie au moindre effort de la volonté, de l'attention. Le perroquet a-t-il besoin d'entendre autre chose qu'une syllabe connue de lui pour dérouler tout son chapelet ? Mais la machine se détraque facilement ; le simple défaut d'usage en rouille les rouages. Si donc il arrive que telle ou telle image ne se rattache pas à l'ordre logique, et que l'élément organique qui la contient se soit comme rouillé, ce n'est point sans peine qu'on la fera revivre et peut-être y épuisera-t-on vainement tous ses efforts. Les noms propres et en général tout ce qui s'apprend par cœur, c'est-à-dire uniquement par une sorte d'habitude imprimée à l'organe grâce à la répétition, sans aucun rapport à l'idée, soit parce que ce rapport manque, soit parce qu'on n'y fait pas attention, tout cela se trouve soumis aux conditions de la mémoire purement organique. Il est facile de constater que, lorsque l'oubli s'étend dans cette région, on essaye de rappeler le mot ou un ensemble de mots, un morceau de poésie, un air de musique en prononçant des syllabes, en chantonnant des commencements de phrases littéraires ou musicales qui paraissent avoir quelque analogie ; arrive-t-on à tomber juste, d'ordinaire le reste suit spontanément, comme dans ces jouets où il suffit de mettre le doigt justement sur un bouton spécial pour faire apparaître telle ou telle figure.

Tous les hommes ne sont pas taillés sur le même modèle. Soit à cause des différences de leurs capacités natives, soit à cause des différences de leur éducation, la limite de la mémoire intellectuelle et celle de la mémoire organique est loin d'être la même en tous. Chez les uns, c'est l'intelligence qui domine ; chez les autres, c'est l'organisme ; et

chez d'autres les deux éléments se mêlent et se pénètrent plus ou moins complètement.

Mais les phénomènes dont nous avons parlé jusqu'ici sont moins des phénomènes de la mémoire que de l'imagination. Il ne suffit pas qu'une image ressuscite dans notre conscience pour qu'il y ait mémoire. Macaulay raconte qu'un écrivain anglais, au déclin de sa vie, avait conservé le pouvoir de retenir avec une grande fidélité ce qu'il entendait, mais oubliait avec une facilité non moins grande l'origine de ce qu'il retenait de la sorte. « Si on lui lisait quelque chose dans la soirée, dit M. Ribot, il se réveillait le lendemain l'esprit plein des pensées et des expressions entendues la veille, et il les écrivait de la meilleure foi du monde, sans se douter qu'elles ne lui appartenaient pas. » Combien de fois un écrivain croit-il exprimer une idée originale, lorsqu'il ne reproduit qu'une reminiscence ! Il paraît aussi que, par un effet contraire, certains conteurs, après avoir brodé sur un fond vrai une histoire fausse, sont les premiers à croire qu'ils racontent seulement ce qu'ils ont vu.

La mémoire n'est vraiment telle que par la *reconnaissance*, c'est-à-dire lorsque nous reconnaissons qu'un phénomène psychologique actuellement présent à notre conscience s'y est *déjà* manifesté, ou, pour employer un terme assez heureusement inventé par la philosophie nouvelle, lorsque nous *situons* dans le passé un phénomène actuel de conscience. La mémoire, dit M. Ribot, est une sorte de vision dans le passé, où l'activité consciente transporte une image actuelle comme l'œil transporte l'image rétinienne dans l'espace.

Opération curieuse, dont le mécanisme ne peut manquer d'intéresser. On sait que M. Taine, lui qui s'est moqué avec tant d'entrain des honnêtes métaphores de M. Jouffroy, faisait appel, pour expliquer cette manœuvre capitale de la mémoire, à une bascule métaphorique de son invention. Étant donnée une image dont il s'agit de reconnaître

la date d'origine, M. Taine applique sa bascule à cette image, qu'il fait glisser, par des impulsions répétées, sur la surface des autres images comme sur un sol uni, jusqu'à ce que, rencontrant une place vide, elle y tombe et s'y fixe par ses deux extrémités. Il n'y a qu'à remarquer cette place, et tout est dit. Malgré toute la considération que nous avons pour cet écrivain de talent, nous ne pouvons nous empêcher de trouver son invention et légèrement burlesque et grandement inutile.

M. Ribot remarque, non sans raison, que l'on n'est pas obligé, pour se souvenir, de parcourir toute la série des phénomènes qui séparent le moment présent du moment où le phénomène qu'il s'agit de situer s'est produit. Il aurait pu ajouter que la chose serait à peu près impossible. La surface de glissement se dérobe ainsi à l'opération de M. Taine. L'esprit, ou plutôt l'inconnu qui joue son rôle, procède par bonds. Dans la ligne « régressive » que devrait suivre la mémoire, il y a comme des jalons bien éclairés qui se montrent à cet inconnu dès qu'il y jette les yeux. C'est là qu'il se porte tout d'abord, allant de l'un à l'autre, afin de juger quelle est la place qui convient à l'image encore dépourvue de lieu.

En réalité, il y a une foule de faits sur la situation desquels la mémoire n'hésite pas plus que les sens n'hésitent sur la situation locale des objets placés devant eux. Ils offrent des termes de comparaison qui finissent par asseoir solidement le jugement de la mémoire sur l'époque d'abord douteuse de tel ou tel événement. C'est en effet à l'aide de ces poteaux intellectuels qu'elle se dirige avec assurance en parcourant le passé. Mais l'école à laquelle appartient M. Ribot n'a pas droit d'expliquer la mémoire au moyen de tels procédés.

Pour elle, le cerveau occupe le sommet de la création ; au-dessus, il n'y a rien. Les phénomènes d'intelligence sont des vibrations cérébrales, véritables images des vibrations qui constituent les sensations. La mémoire, comme

elle l'entend, n'est pas autre chose qu'un certain ordre de distribution qui s'établit spontanément entre les images, et qui suppose parmi elles des déplacements, des voyages et enfin des situations arrêtées.

Malheureusement, outre qu'il est très hardi de faire de ces images de petites bestioles douées de conscience et d'activité, et qu'on ne voit pas très bien pour quel motif sensé elles se mettent en voyage, les phénoménalistes oublient avec une facilité vraiment étonnante que les vibrations cérébrales ne se déplacent pas. Ce sont des éléments nerveux qui produisent spécifiquement, peut-être individuellement, comme nous l'avons expliqué, ces phénomènes ; et les fonctions de ces éléments leur sont tellement propres que les uns ne peuvent se substituer aux autres. Nous avons comparé l'organe de l'imagination à un instrument de musique, où chaque note est produite par les vibrations d'un tube ou d'une lame déterminés et ne l'est que là. La comparaison est de la plus rigoureuse exactitude, si l'on ne parle que de la localisation des images. Les observations des pathologistes, dont nous avons rapporté quelques cas, mettent ce fait au-dessus de toute contestation. Les images cérébrales sont donc fixées dans leurs situations relatives et condamnées à garder les mêmes distances réciproques, et il est plus étrange de les faire voyager que de faire voyager les tuyaux d'un orgue pour se rendre compte d'un morceau. Ni les coups de bascule, ni aucune autre invention plus ou moins délicate ayant pour but de déplacer les vibrations nerveuses, n'expliquent la mémoire.

Il est vrai que la conscience, — et comment suspecter son témoignage? — nous montre en nous-mêmes ces images qui se rapprochent, s'éloignent, prennent réciproquement des situations diverses, par rapport à un centre commun qui se sent également vivre dans toutes à la fois. Nous voici donc amenés forcément, par l'observation physiologique et l'observation psychologique, en face d'une sorte d'antinomie

physique. Elle n'existe que pour le phénoménaliste et le matérialiste. Où le matérialisme est obligé de s'avouer vaincu et sans force, le spiritualisme conserve tous ses avantages. Voici en effet quelle est sa doctrine, qui coupe court à toutes les difficultés. Une substance active, vivante, intelligente se trouve, tout entière et sans division, à la fois dans tous les centres cérébraux où des vibrations spéciales font naître des images spéciales. Ce centre substantiel, un en soi et multiple par les points multiples qu'il occupe, réunit en son unité toutes les images dispersées et n'a besoin que de son action propre pour faire surgir celles que demandaient ses diverses opérations.

L'opération qui consiste à situer une image dans le passé, n'a rien de matériel, sauf ces vibrations nerveuses sans lesquelles les phénomènes psychologiques n'ont pas lieu. Elle n'a point pour objet d'établir un ordre matériel entre des phénomènes matériels. L'image, dès qu'elle entre dans la conscience et surtout lorsqu'elle est pénétrée par la raison, se détache de la nature matérielle et s'élève au-dessus de ses lois ; elle revêt une mobilité qui lui est propre et qui n'a rien de commun avec la mécanique. Peut-être serait-il plus exact de dire que l'image joue dans l'esprit le rôle des mots que nous entendons ou que nous lisons. Le regard de notre intelligence ne s'arrête ni aux vibrations sonores ni aux traits colorés ; il les pénètre et voit au delà son objet propre, c'est-à-dire l'idée. Rien n'est mobile comme nos idées, que nous analysons, divisons, rapprochons, éloignons, ordonnons comme il nous plaît, toujours suivant des principes infiniment plus vastes que le monde matériel.

Pour savoir à quelle époque tel événement auquel nous pensons est arrivé, notre esprit réveille les images d'une foule d'autres événements situées en des régions diverses du cerveau, peut-être fort éloignées les unes des autres. Mais, en ce faisant, il ne va pas à l'aventure. Les images constituent comme des groupes dont la simultanéité ou du

moins la proximité d'apparition originelle forme le lien. C'est à placer dans quelqu'un de ces groupes, dont au moins un élément est pleinement connu, le fait dont la date est douteuse, que consiste l'œuvre de la mémoire. La moindre réflexion suffira pour en convaincre. Disons, en passant, que le conteur qui s'abuse le premier procède d'une manière analogue, sauf qu'au lieu de se souvenir, il oublie. La broderie qu'il ajoute à un fond vrai est une image qu'il fait entrer dans un groupe ; oubliant bientôt ce que ce rapprochement a d'arbitraire, il fait déborder inconsciemment la vérité du centre sur les contours, uniquement parce qu'il les trouve associés dans son imagination.

Une idée domine et éclaire toutes ces opérations, c'est la notion du temps. Sans la lumière de cette notion, il est impossible de comprendre comment les mouvements des images peuvent permettre de reconnaître que leur origine se trouve en tel ou tel point du passé. Leur distribution réciproque est un ordre local, une distribution dans l'espace, rien de plus ; et l'on a lieu d'être surpris que les phénoménalistes ne voient pas que les promenades de leurs images ne leur donnent pas autre chose. Mais disons tout de suite, pour éviter des malentendus, qu'il faut avoir grand soin de distinguer l'idée du temps du sentiment de la durée.

Ce sentiment est un état *sui generis*, produit par la succession sentie des phénomènes de conscience. Le temps ne se précipite ni ne se ralentit jamais : son cours est uniforme. Ce sont les phénomènes de notre conscience qui se succèdent tantôt avec rapidité, tantôt avec lenteur : le temps paraît long dans le premier cas, il paraît court dans le second ; mais cet effet n'est produit qu'autant que ces phénomènes sont sentis et remarqués : en l'absence de tout sentiment semblable, le temps s'évanouit. Ainsi, la fièvre, une attente contrariante allongent le temps ; une occupation intéressante le raccourcit ; une syncope le supprime, en ce sens que le premier et le dernier instant de l'accès

semblent se toucher. Ce sont là comme des jugements naturels, spontanés et incomplets, dont les émotions de la sensibilité sont le motif réel mais insuffisant. La fatigue nerveuse qui se fait sentir par secousses réitérées, l'alacrité de l'âme qui s'absorbe dans la jouissance d'un objet, au point d'en remarquer vaguement ou d'en oublier les limites ; l'impuissance de rien observer, à cause de la résolution plus ou moins complète du système nerveux : tels sont en gros les principes sensibles de ces jugements naturels et mêlés d'erreur. Mais l'illusion n'est jamais entièrement fausse ; la réalité en est même, pour ainsi dire, l'étoffe. L'idée vraie du temps est au fond de toutes les illusions qui ont le temps pour objet. De cette idée, vague et très confuse, des jugements que nous venons d'indiquer, et de certains états sentis du système nerveux, se compose le sentiment complexe de la durée.

La notion du temps n'a ni cette incertitude, ni cette élasticité. Elle est nette, précise et déterminée. C'est par elle que nous jugeons nos jugements spontanés sur le temps, que nous en ramenons les conclusions à de justes limites. C'est par elle que nous assignons aux événements un ordre fixe dans la durée ; par elle, que nous donnons à nos connaissances scientifiques la rigueur de la loi. C'est par elle que la mémoire nous assure la vérité rigoureuse des objets sur lesquels elle s'exerce.

Les phénoménalistes accordent volontiers que la notion du temps joue un rôle essentiel dans la mémoire. Seulement, avec une prudence qui fait sourire, ils s'en tiennent à cette concession et refusent de mener plus loin leur philosophie. Ils pressentent, du moins en ont-ils l'air, qu'une étude approfondie de cette notion ruinerait leurs théories, et ils se tiennent à distance comme d'une mine prête à éclater. En effet, la notion du temps est l'une des plus réfractaires aux opérations et aux conditions de la matière. Une école s'est même formée, école de puissante analyse, qui refuse pour ce motif toute valeur objective à

cette idée et la réduit à n'être qu'une forme subjective : c'est l'école de Kant. Si cette conclusion est exagérée, il n'en reste pas moins indubitable que le monde matériel est absolument incapable d'engendrer l'idée du temps. Le temps, du moins par ses deux bouts, si l'on peut ainsi dire, échappe à toute expérience. La période pendant laquelle il nous est permis d'exercer nos facultés de perception est comprise entre le moment présent et un moment initial fort peu éloigné. Or nous concevons clairement le temps comme une durée s'étendant au delà de ce moment initial, suivant une série dont le premier terme n'existe pas et n'a jamais existé, et destinée à se prolonger après le moment présent au delà de toute limite. S'il n'y a dans la conscience que des images, et des images produites par les vibrations cérébrales, quelle image correspond à un tel objet ? quels éléments nerveux mettez-vous en branle pour représenter fidèlement l'indéfini ? Apprendrez-vous à ce qui est essentiellement emprisonné dans le nombre fini, à s'en débarrasser pour vibrer contrairement aux lois de la matière, aux exigences mêmes de la métaphysique ? Mais il n'y a pas d'image sans type. Quel est donc l'objet aux limites indéfinies qui est venu se placer devant votre regard pour se peindre dans votre cerveau ? Votre œil a-t-il embrassé l'illimité, c'est-à-dire ce qui ne peut pas être embrassé ? La nature, où tout est défini, soumis rigoureusement au nombre, au poids et à la mesure, vous a-t-elle jamais offert rien de semblable ? Reconnaissez-vous, en dépit de vos théories, que la nature, telle que vous l'entendez, n'est pas tout ; qu'il y a quelque chose de réel, de très réel hors d'elle et au-dessus d'elle, et dont les signes incontestables sont dans la nature même ? Comprenez, si vous le pouvez, la nature sans le temps, et, si vous le pouvez, comprenez le temps dans la nature.

Voilà où l'étude de la mémoire, poussée jusqu'au bout, conduit les phénoménalistes. C'est une impasse. A eux de trouver le moyen d'en sortir.

En résumé, l'étude physiologique de la mémoire n'est pas aussi désastreuse pour le spiritualisme que certains physiologistes plus ou moins philosophes se sont flattés de le faire croire. Il y a longtemps, — comment oublient-ils cela? — que l'on a constaté la nécessité du concours intime de l'organisme dans les actes de la mémoire comme dans tous les actes de l'esprit. On n'avait donc pas à s'étonner que les maladies de l'organisme aient leur contre-coup sur les souvenirs, que la mémoire soit plus ou moins frappée d'impuissance, lorsque son instrument naturel se dérobe plus ou moins à sa direction. Mais les maladies mêmes de la mémoire, où l'on mettait tant de naïves espérances, prouvent contre la réalité de l'esprit comme la résistance prouve contre la réalité de la force, comme la digue prouve contre la réalité du torrent, comme l'objet que frappent les rayons lumineux prouve contre la réalité de la lumière. Pour quiconque sait voir et juger, les infirmités de l'organe, obligeant l'esprit à des efforts inaccoutumés, mettent en un jour plus évident sa nature supérieure à la matière, indépendante en elle-même des conditions des corps, s'appliquant à son objet par des lois qui lui sont propres et atteignant des régions inaccessibles à la mécanique, par l'attention, le choix et l'idée.

J. DE BONNIOT, S. J.

---

# LE SATELLITE DE VÉNUS

---

Depuis l'invention du télescope, on a cru plusieurs fois découvrir un satellite de Vénus. L'interprétation de ces observations est une énigme sur laquelle s'exerce, depuis deux siècles, la sagacité des astronomes.

Nous voudrions rappeler brièvement les faits, exposer les explications qu'on en donne, montrer les difficultés que soulèvent toutes ces conjectures, et signaler un rapprochement qui peut mettre sur la voie d'une solution nouvelle de cet étrange problème.

Nous avons exposé en détail la plupart des observations du satellite de Vénus dans notre dernier bulletin d'astronomie (1). Il suffira donc d'en rappeler ici les traits principaux, et de combler en même temps les lacunes de ce premier article.

Notons d'abord qu'elles ont toutes été faites à l'aide de télescopes réflecteurs ou réfracteurs plus ou moins puissants, Vénus et son compagnon se montrant en même temps dans le champ de l'instrument.

Les deux premières sont dues à Fontana. Le 15 novembre 1645, cet astronome aperçut *deux* petits corps assez

(1) *Revue des questions scientifiques*, oct. 1884, pp. 623 et suiv.

irréguliers, très voisins de Vénus, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du disque de la planète. Le 25 décembre de la même année, il revit un seul de ces petits corps, au-dessous de la planète.

Vingt-sept ans plus tard, le 25 janvier 1672, J.-D. Cassini vit au-dessous et très près de Vénus une lumière *imitant la phase de cette planète*, et dont le diamètre mesurait à peu près le quart de celui de Vénus. L'observation dura dix minutes. Le 28 août 1686, Cassini vit de nouveau le même phénomène pendant un quart d'heure.

Le 3 novembre 1740, Short, qui observait à Londres, aperçut à 10' 20" du disque de Vénus, au-dessus et précédant un peu en ascension droite, un petit astre présentant une phase semblable à celle de Vénus. Son diamètre était à peu près le tiers de celui de la planète; sa lumière était moins vive, mais son image bien terminée. L'observation se poursuivit *pendant une heure*, avec deux télescopes armés successivement d'une série d'oculaires. Pendant tout ce temps, Vénus et son compagnon parurent semouvoir d'un mouvement commun.

Le 20 mai 1759, André Mayer, de Greifswald, vit au-dessus de Vénus, et à la distance d'une fois et demie environ le diamètre de cette planète, un petit corps d'éclat beaucoup moindre. Pendant la demi-heure que dura l'observation, la distance des deux astres resta la même (1).

On ne compte pas moins de six observations semblables en 1761 : deux faites à Marseille, par Lagrange, les 10 et 12 février; et quatre faites à Limoges, par Montaigne, les 3, 4, 7 et 11 mai. Le satellite imitait encore la phase de la planète, et son diamètre mesurait le quart environ de celui de Vénus; c'est sur les observations de Montaigne que Baudouin calcula l'orbite de ce prétendu satellite (2).

(1) *Berliner Astron. Jahrbuch*, 1777, 178. — Même publication, 1778, 186.

(2) Les manuscrits de l'observatoire de Paris contiennent la note suivante:  
« Jacques Leibar Montaigne, astronome de Limoges, né le 6 septembre 1716

Rappelons en passant que le 6 juin de la même année 1761, pendant le passage de Vénus, Scheuten aperçut sur le disque du Soleil un point noir qu'il prit pour un satellite de Vénus. On trouve également dans le *Journal étranger*, août 1761, une observation semblable faite pendant le même passage à Saint-Neost, dans le comté d'Huntingdon, et communiquée au *London evening Post*. Ces observations méritent peu de confiance ; ceux qui ont écrit sur le satellite de Vénus ne s'y arrêtent pas, et on les range généralement parmi les observations supposées de planètes intra-mercurielles.

En 1764, le compagnon de Vénus fut aperçu quatre fois à Copenhague, le 3 et le 4 mars, par Roedkiaer ; le 10 et le 11 mars, par C. Horrebow ; et trois fois à Auxerre, les 15, 28 et 29 mars, par Montbarron.

Enfin, C. Horrebow revit une dernière fois le satellite, le 4 janvier 1768 (1).

Après cette observation, plus d'un siècle se passe sans qu'aucun astronome aperçoive cet astre mystérieux, qui semble s'être montré de nouveau l'année dernière.

Le 3 février 1884, à 6 heures du soir, M. Stuyvaert, astronome de l'observatoire de Bruxelles, vit sur le disque de Vénus, près du bord éclairé, un point brillant qui rappelait l'aspect des satellites de Jupiter lorsqu'ils sont devant la planète. Neuf jours plus tard, le 12 février, M. Niesten, du même observatoire, remarqua près de Vénus, un peu au sud, un petit astre qui semblait composé d'un noyau et d'une nébulosité très faible, et qu'il n'a pas revu les jours suivants.

à Narbonne ou dans le diocèse de Narbonne, a été dans sa jeunesse aux Pères de la doctrine chrétienne ; il y a puisé cette teinture jansénistique qui est son seul faible, mais il faut bien paier tribut à l'humanité. » Extrait d'une lettre de M. de L'Épine à M. Baudouin, maître des requêtes, du 8 may 1772. — En note : « M. de Lalande a eu communication de ce portefeuille pour sa bibliographie, en juin 1798. » Tout paraît de l'écriture de Messier. *Bulletin astron.*, t. I, sept. 1884, 459.

(1) *Copernicus*, t. II, 164.

Telle est la liste, complète croyons-nous, des observations du prétendu satellite de Vénus. On peut les résumer ainsi :

On a vu, à plusieurs reprises, dans le voisinage immédiat de Vénus, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, une fois même au-dessus et au-dessous, un ou deux petits corps imitant généralement la phase de la planète, et qui semblaient l'accompagner dans le ciel.

Que faut-il penser de ces observations ?

Parmi les astronomes qui ont cherché à les interpréter, les uns ont cru à l'existence d'un astre réel, planète ou satellite de Vénus ; les autres à une pure illusion. Nous allons discuter ces différentes hypothèses.

La première peut s'énoncer ainsi : Ce que l'on a pris pour un satellite de Vénus est *un des astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter*. Quelqu'une de ces petites planètes, alors inconnues aux astronomes, se sera trouvée, au moment de chacune de ces observations singulières, dans le voisinage immédiat de Vénus.

Ce n'est là qu'une conjecture qu'on n'a pas même cherché à contrôler ; ce qui, d'ailleurs, serait long et vraisemblablement fort inutile, car les petites planètes connues n'ont pas les dimensions que les observateurs donnent au compagnon de Vénus, et leurs phases, nécessairement moins prononcées que celles de Mars qui n'ont rien de remarquable, échappent à l'observation.

L'hypothèse d'*un satellite de Vénus* n'est pas plus satisfaisante.

Le 15 novembre 1645, Fontana a vu *deux* compagnons de Vénus ; cette planète aurait-elle deux satellites ? Si ce satellite existe, comment se fait-il qu'il n'ait pas été aperçu pendant les derniers passages de Vénus sur le Soleil ? Comment surtout a-t-il pu échapper à W. Herschel, à Schrœter, à de Vico et à tant d'autres astronomes habiles qui disposaient d'instruments bien plus parfaits que ceux

de l'ontana, et qui ont fait de Vénus l'objet de très longues observations ?

On a recours pour expliquer la rareté de ces apparitions à une diaphanéité spéciale qui ferait ressembler ce satellite à nos nuages ; ou bien encore à l'interposition de la matière zodiacale sur la route des rayons qu'il envoie à la terre ou enfin à des variations d'éclat. Ce sont là de pures hypothèses, très commodes peut-être, mais qui ne reposent sur aucun fondement. Au reste, l'orbite elliptique de ce prétendu satellite, calculée par Lambert, est des plus invraisemblables, puisque, en la supposant exacte, Vénus devrait avoir sept fois plus de masse.

Nous ne nous arrêtons pas à une troisième conjecture qui voit dans le compagnon de Vénus *une planète intramercurielle*. Cette idée, émise par M. Houzeau, a été réfutée par M. Houzeau lui-même, dans un intéressant article dont on trouvera une analyse dans le bulletin d'astronomie auquel nous avons déjà renvoyé le lecteur (1).

Dans ce même article, M. Houzeau propose une quatrième hypothèse : le compagnon de Vénus serait *une planète circulant au delà de Vénus*, sur une orbite sensiblement concentrique à celle de cette planète, d'un rayon fort peu différent, et dont le plan se confondrait à peu près avec celui de l'orbite de Vénus (2).

Cette idée ingénieuse n'est pas une simple conjecture ; elle est fondée sur une coïncidence curieuse qui se dégage des observations.

Si l'on forme, en effet, le tableau des observations du satellite de Vénus, on trouve que les intervalles qui les séparent sont à fort peu près des multiples d'une même durée.

(1) *Revue des questions scientifiques*, oct. 1884, pp. 632 et suiv.

(2) Voir : *Revue des questions scient.*, octobre 1884, Bulletin d'astronomie — Voir aussi *The Observatory*, t.VII, août 1884.

Voici ce tableau tel que M. Houzeau le donne dans son article :

Dates des observations	Intervalles en années	Nombre de périodes	Durée de la période
1645,87	26,20	9	2,94
1672,07	14,58	5	2,92
1686,65	54,16	18	3,02
1740,81	20,53	7	2,97
1761,34	2,90	1	2,90
1764,24		Durée moyenne	2,96

Cette périodicité, en la supposant établie, s'explique très bien dans l'hypothèse de M. Houzeau. Malheureusement, elle disparaît si l'on tient compte de l'observation de Mayer (1759, 38) et de la dernière observation de C. Horrebow (1768,01), qui ne figurent pas dans le tableau précédent.

Mais supposons qu'en ne négligeant aucune observation, on retrouve encore cette même période de 2,96 ans ; et considérons avec M. Houzeau les *deux* observations de 1645, les *six* observations de 1761 (1), et les *sept* observations de 1764 comme appartenant respectivement à une même approche mutuelle de Vénus et de la planète hypothétique. Nous avons vu tantôt que les deux observations de 1645 ont été faites le 15 novembre et le 25 décembre, que celles de 1761 commencent le 10 février pour finir le 11 mai, et que celles de 1764 s'échelonnent du 3 au 29 mars. Il faudrait donc nécessairement admettre que Vénus et la nouvelle planète sont restées pendant 40 jours en 1645, pendant 90 jours en 1761, et pendant 26 jours en 1764, suffisamment voisines pour qu'on pût les apercevoir en même temps dans le champ d'une lunette. Cela n'est pas possible dans l'hypothèse de M. Houzeau.

Mais supposons même que cela soit possible, supposons qu'on parvienne, en modifiant convenablement le mouve-

(1) Nous ne tenons pas compte des observations du 6 juin.

ment de la nouvelle planète, à faire disparaître ces désaccords ; deux questions importantes resteraient encore sans solution : comment Fontana a-t-il pu voir *deux* compagnons de Vénus, le 15 novembre 1645 ? et comment expliquer, si cette planète nouvelle existe, qu'on ne l'ait jamais aperçue que dans le voisinage immédiat d'un astre aussi brillant que Vénus ?

Pour écarter les difficultés insolubles que soulève toute hypothèse d'un corps réel quelconque, certains astronomes se sont efforcés d'expliquer les apparitions du compagnon de Vénus par des jeux de lumière. Ce que l'on a pris pour une planète ou un satellite ne serait, d'après eux, *qu'une fausse image de Vénus*, formée dans l'oculaire, ou bien encore produite par les réflexions qui s'opèrent sur la pupille.

Ce soupçon se fonde sur des faits bien constatés. Le P. Hell, qui l'énonça le premier, avait cru lui-même découvrir un satellite de Vénus en 1767 ; mais l'illusion ne dura que quelques instants. En mouvant un peu la tête il reconnut bientôt que cet astre n'avait aucune réalité : c'était une fausse image de la planète, *qui se déplaçait avec l'œil de l'observateur*.

Wargentín possédait une lunette achromatique assez bonne qui donnait toujours à Vénus une sorte de satellite d'une lumière faible ; mais *en tournant la lunette on le voyait dans toutes les parties du champ*.

On le voit, cette solution tranche la difficulté, mais elle ne la résout pas. L'illusion à laquelle on a recours est des plus grossières, puisque le moindre mouvement de l'instrument ou de l'œil de l'observateur suffit à la déceler. Dès lors, comment admettre qu'un astronome aussi habile que Short ait pu, pendant toute une heure, observer une image aussi instable, la soumettre à des mesures délicates, changer d'instrument, varier les oculaires, sans découvrir l'illusion ? L'hypothèse d'une fausse image, dont la position n'est pas indépendante des mouvements de l'instrument et

de l'observateur, échoue donc devant l'observation de l'astronome anglais. Elle n'est pas applicable non plus à l'observation de Mayer, qui constate que la distance de Vénus et de son compagnon n'a pas varié pendant une demi-heure.

Telles sont les hypothèses que l'on a émises jusqu'ici pour expliquer les observations du satellite de Vénus. Toutes se heurtent à des difficultés insurmontables. Essayons donc une autre solution de cette énigme.

Vénus n'est point le seul astre qui ait donné lieu à ces phénomènes de dédoublement. En parlant de l'observation du compagnon de Vénus faite par Cassini, Delambre affirme que ce n'était là qu'une « illusion d'optique » qui « s'est reproduite, non seulement pour Vénus, mais pour les autres planètes et pour plusieurs étoiles. » Lalande rapporte plusieurs exemples de ces observations singulières (1). Enfin, le Soleil lui-même a donné lieu plusieurs fois à des apparences toutes semblables. C'est sur ces dernières observations, plus précises et mieux étudiées, que nous voulons insister.

Voici la liste des cinq observations connues de ces *faux Soleils* (2) :

Rothman, le 2 janvier 1586, Smith, *Optique* (traduction du P. Pezenas, n. 571).

Hévélius, le 5 février 1674 (*Philos. Trans.*, t. IX, 26).

Cassini, le 18 janvier 1693 (*Mémoires de l'Académie des sciences*, t. X, 200).

Malezieu, le 24 octobre 1722 (*Histoire de l'Académie des sciences pour 1722*, 13).

Bouguer, le 13 avril 1736 (*Voyage au Pérou*, XII) (3).

Ces observateurs ont vu, au lever et au coucher du Soleil,

(1) *Astronomie*, 3<sup>e</sup> édit., t. I, nos 828 et suiv.

(2) D'après Bravais, *Mémoire sur les Halos*, JOURNAL DE L'ÉCOLE ROYALE POLYTECHNIQUE, t. XVIII, 31<sup>e</sup> cahier (1847).

(3) Nous signalerons tantôt une sixième observation, la seule que nous ayons à ajouter à la liste de Bravais.

dans le voisinage immédiat de cet astre, parfois même en contact avec ses bords, *un ou deux faux Soleils*, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du Soleil vrai. Ces deux ou ces trois Soleils se mouvaient d'un mouvement commun. Une seule fois, dans l'observation d'Hévélius, la distance du faux Soleil au Soleil vrai varia ; le vrai Soleil s'approcha de plus en plus du faux Soleil et finit par se confondre avec lui. Les contours de ces faux Soleils étaient bien terminés ; leur diamètre était sensiblement le même que celui du Soleil vrai, mais leur éclat était plus faible.

Rapprochons tout d'abord ces singuliers phénomènes des observations du satellite de Vénus.

Les apparitions de ce satellite sont aussi rares, aussi inconstantes que celles des faux Soleils ; plus d'un siècle s'est passé sans que ni les unes ni les autres se soient reproduites.

Fontana, le 15 novembre 1645, a vu *deux* satellites de Vénus ; Cassini, Rothman et Malezien ont vu *deux* faux Soleils. Cassini, Short, Mayer, etc. n'ont vu qu'*un seul* compagnon de Vénus ; Hévélius et Bouguer n'ont vu qu'*un* faux Soleil.

Le compagnon de Vénus était une reproduction de la planète, dont il imitait la phase ; mais son image, nettement terminée, avait un plus faible éclat. Les faux Soleils reproduisaient le Soleil vrai dans les mêmes conditions, avec cette différence cependant que les dimensions du faux Soleil étaient sensiblement les mêmes que celles du Soleil vrai, tandis que le compagnon de Vénus n'était qu'une miniature de la planète.

Cette différence, qui paraît essentielle à première vue, n'infirme nullement le rapprochement que nous signalons ; mais, avant de le faire voir, nous devons rappeler comment on explique les faux Soleils.

Venturi y voit un effet de mirage (1).

(1) *Commentarii sopra ottica*, Bologne, 1814, 205.

Fraunhofer les rapproche des phénomènes des réseaux (1).

Bravais, qui rejette avec raison les deux hypothèses précédentes, propose une explication « gratuite sans doute, mais qui du moins est admissible *à priori* et représente très bien les observations (2) ». La voici :

Supposons, dans les régions supérieures de l'atmosphère, des prismes de glace verticaux, terminés par des pointements hexagonaux en relief dus à des faces inclinées sur l'axe de  $89^{\circ} 53'$ . Si l'on considère un rayon solaire, cheminant dans le plan de la section droite du prisme, et venant se réfléchir à l'intérieur de l'angle dièdre de  $179^{\circ} 46'$ , après avoir traversé l'une des six faces verticales, pour sortir ensuite par la face opposée; on trouve que ce rayon éprouve dans le sens vertical, une déviation angulaire de  $36',7$  (3). Dans ces conditions, on verra donc le Soleil directement et par réfraction; et la distance des centres du Soleil vrai et de son image réfractée sera  $36',7$ .

Les pointements supérieurs des prismes réfracteurs produiront un faux Soleil supérieur au vrai; les pointements inférieurs donneront lieu à la formation d'un faux Soleil inférieur. Si les pointements supérieurs ou inférieurs avaient un autre mode de terminaison, l'un des deux faux Soleils disparaîtrait.

Il faut changer bien peu de chose au point de départ de cette théorie pour qu'elle s'applique au compagnon de Vé-

(1) Schumacher's *Astron. Abhandlungen*, I, 78.

(2) Mémoire cité, p. 181.

(3) Cette déviation est donnée par les formules suivantes, très faciles à établir :

$$D = 360^{\circ} - 2b + \Delta_m$$

$$n \sin 2b = \sin \frac{\Delta_m + 2b}{2},$$

où  $b$  représente l'inclinaison des faces du pointement sur l'axe, et  $n$  l'indice de réfraction de la glace.

nus. Supposons, par exemple, que l'inclinaison sur l'axe des faces obliques soit de  $89^{\circ} 58'$  au lieu de  $89^{\circ} 53'$ . On trouve alors, pour la déviation angulaire minimum dans le plan de la section droite,  $10', 48$ . Dans ces conditions, qui sont à peu près celles de l'observation de Short, on verra certainement Vénus directement et par réfraction, en même temps, dans le champ d'une lunette.

Ce point de départ établi, revenons aux faux Soleils, et étudions de plus près la formation de ces images.

On sait que la lumière solaire est hétérogène et formée de la superposition d'une infinité de lumières colorées qui ont chacune un indice de réfraction spécifique. Lorsqu'un rayon de soleil traverse un prisme, la déviation qu'il subit, et qui est un corollaire géométrique des lois de la réfraction, est nécessairement accompagnée du phénomène physique de la dispersion : la réfraction sépare et résout les lumières colorées qui constituent la lumière blanche. Chaque point lumineux de la surface solaire vue par réfraction a donc pour image une petite ligne de longueur finie, *un spectre*, offrant de l'une de ses extrémités à l'autre la série des couleurs simples.

Si l'on tient compte de la dispersion, en faisant intervenir dans le calcul de la déviation les indices de réfraction différents pour les rayons rouges et les rayons violets, on trouve que l'image du faux Soleil supérieur est blanche au centre, où toutes les couleurs se superposent, et qu'elle est terminée, vers le haut, par une petite bande de lumière rougeâtre et, vers le bas, par une petite bande de lumière violacée. La largeur de ces petites bandes est de 5 ou 6 secondes ; il n'est pas possible de la déterminer avec une plus grande précision à cause de l'erreur probable, assez forte, qui affecte la dernière décimale de l'indice 1,317 des rayons violets.

De fait on n'aperçoit pas cette irisation dont l'éclat est très faible. Il s'ensuit donc que le diamètre de la fausse image est, en réalité, d'une douzaine de secondes plus petit

que le diamètre du Soleil vrai. On conçoit, cependant, que les observateurs des faux Soleils aient pu dire que les dimensions de ces images étaient sensiblement égales à celles du Soleil vrai ; dans une observation de ce genre 12 secondes disparaissent devant les 31 minutes que mesure le diamètre apparent du Soleil. Mais il n'en serait plus ainsi, si la largeur de ces bandes était de même ordre que les dimensions de l'astre. C'est précisément ce qui a lieu pour Vénus.

L'image réfractée de cette planète sera terminée, elle aussi, par ces mêmes petites bandes rougeâtre et violacée ; on ne les apercevra pas non plus, à cause de leur trop faible éclat ; mais, comme leur largeur, qui reste la même puisqu'elle dépend uniquement de la dispersion des prismes de glace, est une portion considérable du diamètre de Vénus, leur effacement rapetissera très sensiblement l'image réfractée. On verra donc une *miniature* de Vénus ; moins brillante que la planète, un peu déformée, mais reproduisant cependant encore suffisamment le croissant pour que les observateurs aient pu dire qu'elle en « imitait la phase ».

Short donne au diamètre du compagnon de Vénus le tiers environ de celui de la planète. Puisque la dispersion diminue d'une douzaine de secondes le diamètre appréciable de l'image réfractée, le diamètre apparent de Vénus devait mesurer 18" environ au moment de cette observation ; c'est un peu plus que la valeur du diamètre apparent de Vénus à la distance moyenne de la Terre au Soleil.

Cette coïncidence peut n'avoir aucune signification ; car ce diamètre apparent de Vénus varie entre des limites assez larges. Il importe donc de calculer la valeur de ce diamètre, le 3 novembre 1740, date de l'observation de Short ; on trouve 20" environ. L'accord est satisfaisant si l'on réfléchit à l'influence que peuvent exercer les conditions atmosphériques et surtout l'éclat du champ, tout inondé de la lumière de Vénus, sur la définition d'une image dont l'intensité lumineuse, maximum au centre, décroît du

centre à la circonférence. Les dimensions réduites du compagnon de Vénus ne nous empêchent donc pas de voir dans ce prétendu satellite, un météore atmosphérique à ranger parmi les halos, les parhélies et les faux Soleils.

Si cette conjecture est exacte, on conçoit que Fontana ait vu *deux* compagnons de Vénus, l'un au-dessus, l'autre au-dessous de la planète ; tandis que les autres observateurs n'en ont aperçu qu'un seul, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de Vénus. On comprend comment Short ait pu soumettre ce phénomène à des mesures délicates ; car la position de l'image réfractée ne dépend plus des mouvements de l'instrument ou de l'œil de l'observateur. On se rend compte de la remarque de Short et de Mayer, qui constatent que Vénus et son compagnon marchaient du même pas dans le ciel. On s'explique aisément comment M. Niesten a pu voir le satellite sous la forme d'un noyau entouré d'une nébulosité très faible, et M. Stuyvaert sous celle d'une tache brillante sur le disque même de Vénus ; il suffit, en effet, que l'inclinaison sur l'axe des faces des pointements augmente un peu, pour que l'image réfractée se projette sur la planète. On n'a aucune peine à admettre que le compagnon de Vénus se soit pour ainsi dire évanoui presque sous les yeux de Cassini : « Je l'observai, dit-il, attentivement pendant un quart d'heure et, après avoir interrompu l'observation l'espace de quatre ou cinq minutes, je ne le vis plus ; mais le jour était grand. » En un mot, tous les détails des observations trouvent une explication facile ; et les difficultés que soulèvent toutes les autres hypothèses tombent d'elles-mêmes.

Mais cela seul ne suffit pas pour légitimer notre conjecture ; nous devons nous assurer encore qu'elle ne soulève pas elle-même de nouvelles difficultés tout aussi sérieuses que celles qu'elle prétend aplanir. Si les conditions qu'elle suppose ou les conséquences qu'elle entraîne ne se rencontreraient pas dans la nature ou dans les observations, il

faudrait conclure qu'elle est au moins inexacte, peut-être même tout à fait erronée.

Nous avons supposé tout d'abord, sur le trajet des rayons lumineux que Vénus envoie vers l'observateur, des prismes glacés d'une forme spéciale et orientés d'une manière bien déterminée. Tout cela est-il légitime ?

La présence fréquente, dans l'atmosphère, de petits cristaux de glace n'est pas douteuse ; les cirrus en sont formés.

Ces nuages sont ordinairement situés dans les hautes et froides régions de l'air ; c'est ce qui explique pourquoi les météores, tels que les halos et les parhélies qui en dépendent, se montrent en toutes saisons et sous tous les climats. Très souvent des cirrus se forment sans que nous en soupçonnions la présence ; il n'est pas rare, en effet, que l'on observe des halos par un ciel sans nuage visible, et où l'on n'aperçoit rien du substratum sur lequel le météore se dessine.

Les formes de ces cristaux de glace sont aussi variées que celles de la neige. Parmi les mieux constatées se trouve le prisme hexagonal terminé par des pointements en relief. Il est vrai que ces pointements sont souvent rendus incomplets par une troncature perpendiculaire à l'axe du cristal ; mais cela n'altère en rien le jeu optique de ces faces terminales.

Les observations montrent que l'inclinaison de ces faces sur l'axe du cristal est très variable. Nous l'avons supposée tantôt égale à  $89^{\circ} 58'$  ; c'est là une hypothèse ni plus ni moins arbitraire que celle de Bravais, qui choisit, pour expliquer les faux Soleils, un angle de  $89^{\circ} 53'$ . A ce point de vue, notre conjecture est « gratuite, sans doute, mais admissible *à priori*, » au même titre que celle de Bravais. Si l'on admet l'explication des faux Soleils, l'existence de prismes hexagonaux tels que nous les avons supposés serait confirmée par une observation où l'on verrait l'image du faux Soleil se projeter aux deux tiers environ sur le

Soleil vrai ; il faudrait, en effet, pour obtenir une déviation convenable des rayons réfractés, donner  $89^{\circ} 58'$  environ d'inclinaison aux faces des pointements. Or cette observation a été faite à Nîmes, le 16 octobre dernier, au coucher du Soleil. Elle est rapportée dans la *Nature* du 22 novembre 1884 (1) ; c'est peut-être la seule observation de faux Soleil qui ait été faite depuis plus d'un siècle. Partons donc, comme d'une hypothèse admissible, de la possibilité de cette forme spéciale pour les cristaux de glace.

On conçoit que, dans une région déterminée d'un nuage glacé, un très grand nombre de petits cristaux soient semblables entre eux, à cause de l'identité des circonstances de leur cristallisation. Mais rien n'exige, semble-t-il, qu'ils soient semblablement orientés.

On doit admettre cependant une tendance à une orientation déterminée, lorsqu'il règne un grand calme dans les régions atmosphériques où flottent ces petits cristaux. Tous, en effet, sont soumis à l'action de deux forces contraires : la pesanteur qui tend à les précipiter vers le sol, et la poussée du milieu ambiant qui les maintient en suspension. Si leur centre de gravité ne coïncide pas avec leur centre de poussée, ce qui sera certainement le cas ordinaire, ils se disposeront nécessairement, dans le cas d'une chute lente et régulière, suivant le sens de moindre résistance ; et, s'ils sont au repos, leurs axes tendront à se placer verticalement. Toutefois il est bien évident que l'action directrice de la pesanteur ne donnera pas à tous ces petits cristaux une position d'équilibre tellement stable que leurs axes ne puissent éprouver des balancements plus ou moins étendus autour de leur position moyenne.

L'explication des faux Soleils de Bravais s'accommode très bien de ces balancements. On a parfois observé ces faux Soleils au moment où le Soleil vrai était élevé de 4 ou

(1) Supplément, 443<sup>e</sup> Bulletin météorologique : *Observation d'un Soleil double.*

5 degrés au-dessus de l'horizon. Les rayons qui concourent à former ces images avaient donc rencontré des prismes réfracteurs dont les axes étaient inclinés à l'horizon d'un angle à peu près égal à la hauteur du Soleil. Cette inclinaison peut très bien être mise sur le compte des balancements.

Il n'en est plus ainsi pour le compagnon de Vénus qui n'a pas été observé aussi près de l'horizon. Pour amener les prismes réfracteurs à une position convenable par des balancements réguliers, il faudrait donner à ceux-ci des amplitudes très considérables et, par suite, beaucoup moins admissibles *à priori*. Il y a là une difficulté que les considérations suivantes feront disparaître.

Nous avons raisonné jusqu'ici comme si tous les petits prismes réfracteurs du nuage glacé étaient isolés et indépendants. Cette conception est idéale. En réalité, à côté des prismes qui obéissent librement à l'action directrice de la pesanteur et oscillent régulièrement autour de leur position moyenne, il en est une foule d'autres qui se heurtent dans leurs mouvements, qui se soudent les uns aux autres pour former des assemblages variés, et qui reçoivent, en définitive, la lumière incidente sous les inclinaisons les plus diverses. Si nous pouvions voir tous les mouvements qui doivent s'exécuter en quelques instants dans un cirrus, ce spectacle produirait sur nous l'effet d'un désordre parfait, d'un chaos qui n'aurait d'autre règle que l'irrégularité.

La conséquence de cette irrégularité est facile à saisir. Il va se passer ici quelque chose d'analogue à ce qui se produit dans le phénomène de l'arc-en-ciel, où les gouttes de pluie se substituent à chaque instant les unes aux autres sans nuire à la netteté et à la fixité du météore. Parmi les petits cristaux du cirrus, tout aussi nombreux que les gouttelettes liquides du nimbus, les uns cessent à chaque instant d'être efficaces, mais à chaque instant aussi, leurs voisins, convenablement orientés entrent en jeu et continuent le rôle des premiers sans que l'image réfractée en

soit sensiblement altérée. C'est là un cas de la loi des grands nombres, loi qui a souvent pour effet de faire de l'ordre avec du désordre. Ainsi ces substitutions, ces mouvements variés, ces balancements ne détruiront ni la netteté ni la fixité de l'image réfractée. Ils auront, sans doute, pour effet d'éparpiller une partie de la lumière incidente ; mais ils n'empêcheront pas l'accumulation des rayons efficaces dans la direction de la déviation minimum ; l'image qui lui correspond restera donc brillante et fixe dans cette direction bien déterminée. Il est vrai que la réfraction oblique donne lieu aussi à un minimum de déviation (1) ; mais c'est un minimum *relatif* à une valeur donnée de l'angle du rayon incident avec le plan de la section droite ; il diffère essentiellement du minimum absolu ou *minimum minimorum* de la déviation dans le plan de la section droite. Quand il se produit, l'image réfractée correspondante est fort affaiblie par la divergence plus grande des rayons émergents et, en général, par une perte considérable de lumière due à la

(1) La réfraction oblique dans les prismes est soumise aux deux lois suivantes :

1° Le rayon incident et le rayon émergent sont également inclinés sur le plan de la section droite.

2° La projection du rayon brisé sur le plan de la section droite traverse le prisme en suivant la loi de Descartes, et comme si la puissance réfractrice du prisme avait augmenté dans le rapport de l'unité au carré de la sécante de l'obliquité du rayon incident sur le plan de la section droite.

En représentant par  $A$  l'angle réfringent du prisme, par  $n$  l'indice de réfraction, par  $p_i$  l'angle de projection du rayon incident sur le plan de la section droite, par  $\delta$  la déviation de la projection du rayon émergent sur le plan de la section droite par rapport à la projection du rayon incident sur le même plan, et par  $\Delta$  la déviation du rayon émergent par rapport au rayon incident, on a

$$\cos \frac{\Delta}{2} = \cos \frac{\delta}{2} \cos p_i$$

et, pour le minimum  $\delta_0$  de  $\delta$ ,

$$\sin \frac{A}{2} \sqrt{1 + (n^2 - 1) \sec^2 p_i} = \sin \frac{A + \delta_0}{2}.$$

réflexion sur la face d'entrée, que les rayons rencontrent sous des incidences très obliques. De plus, grâce à la forme spéciale des prismes que nous avons à considérer ici, la plupart des rayons dont l'incidence s'écarte sensiblement de celle qui correspond à la déviation minimum dans le plan de la section droite, ne vont pas se réfléchir à l'intérieur du cristal sur les faces des pointements et sortent, par conséquent, inefficaces. Quant à la perte de lumière subie par les rayons qui rencontrent les prismes dans le plan de la section droite et sous une incidence voisine de celle de la déviation minimum, elle est nécessairement très faible, puisque cette incidence est très aiguë et que toutes les réflexions intérieures sont des réflexions totales. Parmi les prismes en nombre immense qui constituent le nuage glacé, ceux-là seuls sont donc efficaces à chaque instant qui, par la position azimutale de leurs faces et l'inclinaison de leur axe, correspondent à la déviation minimum; ceux qui sont écartés de cette position sont inefficaces, mais ne troublent pas sensiblement le développement régulier du phénomène.

Reste une dernière difficulté. La théorie de Bravais, d'accord avec l'observation, place les faux Soleils dans le vertical du Soleil vrai. Il faut de même que le compagnon de Vénus ait été vu dans le vertical de la planète, si notre conjecture est exacte.

Cette position se dégage, en effet, des dessins de Fontana et des expressions que les observateurs emploient pour la décrire : ils placent le satellite *au-dessus* ou *au-dessous* de la planète ; *au nord et précédant un peu en ascension droite*, etc. Rappelons en outre que le plan de l'orbite elliptique de ce satellite calculée par Lambert est incliné de  $64^{\circ}$  sur celui de l'orbite de Vénus.

Toutes ces considérations ne constituent certes pas une démonstration de la conjecture que nous proposons ; mais elles la rendent, croyons-nous, plausible et vraisemblable. On trouvera peut-être bien nombreuses et bien complexes

les conditions qu'elle suppose ; mais le phénomène qu'elle prétend expliquer est si rare et si inconstant !

Quant à la théorie des faux Soleils de Bravais, elle s'accorde trop bien avec les faits observés pour qu'on se refuse à en admettre au moins le principe, qui nous a servi de point de départ. Mais, en supposant même qu'on vienne à la renverser et à lui substituer une interprétation certaine, le compagnon de Vénus nous semble avoir trop d'analogie avec les faux Soleils pour que l'explication qui conviendrait à ceux-ci ne s'applique pas également à celui-là.

J. THIRION, S. J.

---

# L'ASIE OCCIDENTALE

## DANS LES INSCRIPTIONS ASSYRIENNES (1)

---

### II

#### LA PHÉNICIE ET LA PALESTINE.

La Phénicie, inséparable de l'île de Chypre dans les fastes de Ninive, et la Palestine, prise ici dans un sens très étendu, excitaient au même degré que les pays étudiés précédemment la convoitise des despotes assyriens. Ils connurent de bonne heure le chemin de ces contrées, que les rois d'Élam et de Babylonie leur avaient appris. Mais ce sont surtout les derniers rois de Ninive qui les visitèrent et dont les annales sont précieuses pour cette partie de la géographie ancienne.

Citons d'abord les vues d'ensemble.

Sargon s'empara « de tout le désert jusqu'au ruisseau de Mutsri (Égypte), de tout le pays d'Akharri (Phénicie), et de tout le pays de Khatti (2). »

(1) Voir la livraison d'octobre 1884, p. 489.

(2) *Cylindre de Sargon*, ligne 13. — Ce passage présente une difficulté. Il s'y rencontre un groupe de deux signes qui peut se lire *mat Mas* ou *mat Bar*, *pays de Mas* ou *de Par*, ou bien encore, en un mot, *madbar*, désert. La

Sous la dernière dénomination, Sargon range Asdudu (Azot), au pays des Philistins, ainsi que Carchémis, Amat et le Kummukh (1). Il y comprenait sans doute aussi le Bit-Khumria (ancien royaume d'Israël), dont il acheva la conquête (2).

Le ruisseau d'Égypte (en assyrien : *nakhal Mutsur*, en hébreu : *nakhal Mitsraïm*), coule au fond de Wadi-el-Arisch et se jette dans la Méditerranée près des ruines de Rhinocolure, à sept ou huit lieues de Gaza. C'est bien en effet cette région que décrit Asarhaddon (ou Assurbanipal) quand il dit qu'il alla jusqu'à la ville de Rapihki au bord du ruisseau de Mutsur, endroit où il n'y a point de fleuve, le ruisseau d'Égypte étant d'ordinaire à sec. Asarhaddon avait dû porter avec lui l'eau nécessaire à l'armée (3).

Sennachérib élargit le panorama du côté du Jourdain. Dans la ville d'Usu, en Phénicie, il reçoit les tributs de huit princes qu'il énumère dans l'ordre suivant :

Minkhimmi (Ménahem), de Samsimuruna,  
 Tubahal, de Tsidunnu (Sidon),  
 Abdilihti, d'Arudu (Arudus),  
 Urimilki, de Gublu (Gébal),  
 Mitinti, d'Asdudu (Azot),  
 Puduïli, de Bit-Ammana (Bet-d'Ammon),  
 Kammusunabti, de Mahaba (Moab),  
 Aïrammu, d'Udumu (Édom).

troisième lecture nous semble préférable avec ce sens, parce qu'il s'agit en réalité d'un désert, que le mot *madbar* existe en assyrien, et que nous le rencontrerons désignant d'autres parties de l'Arabie.

(1) *Inscription des Taureaux*, ll. 17, 18.

(2) *Ibid*, l. 21, et *passim*.

(3) Fragment S, 2027, *recto*, ll. 16-18. — Ce texte a été publié par M. Bosawen, dans les *Transactions of the Soc. of Bibl. Archeology*, t. IV, pp. 90-96, d'une manière plus complète que dans le grand recueil du British Museum, t. III, pl. 35, n° 4. Il est attribué d'ordinaire à Asarhaddon, et parfois à Assurbanipal.

La liste se termine par ces mots : *tous rois du pays de Martu!* (1)

La dénomination de *Martu* est partout l'équivalent d'*Akharru*. Azot est donc attribué ici au pays d'Akharru. Sargon l'a rapporté au Khatti, qu'il distingue expressément de l'Akharru. Plus loin, Assurnatsirpal désignera sous le nom d'Akharru une partie seulement de la Phénicie.

Asarhaddon et Assurbanipal reculent encore les limites du tableau.

« J'appelai, dit Asarhaddon, les rois du pays de Khatti et du bord de la mer :

Bahalu, roi de Tsurri (Tyr, en hébreu Tsôr),  
 Minasi, roi de Yaüdi (Juda),  
 Kaüsgabri, roi d'Udumi (Édom),  
 Mutsuri, roi de Mahaba (Moab),  
 Tsilbil (?), roi de Khaziti (Gaza),  
 Mitinti, roi d'Iskaluna (Ascalon),  
 Ikasamsu (ou Ikaümu), roi d'Amkarruna (Accaron),  
 Milkiasapa, roi de Gubli (Gébal, Byblos),  
 Matanbahal, roi d'Aruädi (Aradus),  
 Abibahal, roi de Samsimuruna,  
 Puduïlu, roi de Bit-Ammana (Bet-Ammon),  
 Akhumilki, roi d'Asdudi (Azot),

du littoral (*akhu*) de la mer ;

Ikistira, roi d'Idihal (Idalium),  
 Pilagura, roi de Kitrusi (Chytros),  
 Kisu, roi de Sillua,  
 Ituandar, roi de Pappa (Paphos),  
 Irisu, roi de Sillu (Soli),  
 Damasu, roi de Kurī (Curium),  
 Rumisu, roi de Tamisu (Tamassus),  
 Damusu, roi de Kartikhadasti,

(1) *Prisme de Taylor*, col. II, ll. 47-55. — *Taureaux de Koyoundschik*, I, ll. 19-20.

Unasagusu, roi de Lidir (Lédra),  
 Putsusu, roi de Nuri,

dix rois du pays de Yatnana (Chypre) dans la mer. En tout, vingt-deux rois du pays de Khatti, du littoral (*akhu*) de la mer, de l'intérieur de la mer (1). »

Ce passage comprend la Phénicie et Chypre dans le pays de Khatti.

Parlant à son tour des mêmes rois, Assurbanipal, dans un récit de sa première campagne en Égypte (2), les divise en trois catégories :

« Au cours de mon expédition, vingt-deux rois du littoral (*akhu*) de la mer, de l'intérieur de la mer, et du bord de la mer (*nabalu*), serviteurs qui m'étaient soumis, apportèrent leur riche tribut en ma présence et me baisèrent les pieds. Ces rois, leurs troupes et leurs vaisseaux, je les fis aller, de concert avec mon armée, par la mer et le bord de la mer (*nabalu*), au secours des rois, mes serviteurs soumis, gouverneurs de Mutsur (Égypte) (3). »

Comme il s'agit d'une flotte et d'une armée de terre qui combinent leur marche, nous prenons le mot *nabalu* dans un sens moins large que son synonyme *akhu*, qui désigne parfois toute la Palestine y compris la rive gauche du

(1) Prisme B d'Asarhaddon, col. V, 12-27. Cf. Schrader *Zur Kritik der Inschr. Tiglath-Pileser's II*, etc. pp. 33-36 et planche 2.

(2) Il y avait eu des changements à Aradus et au pays d'Ammon dans l'intervalle de la rédaction des deux listes. Matanbahal est remplacé par Yakinlu, et Puduïlu par Aminabdi (Aminadab), dans le second document. — Le nom de Manassé, roi de Juda, *Minasi* chez Asarhaddon, se défigure en *Minsi* chez Assurbanipal. — Asarhaddon qualifie d'*iru* ou *alu* (deux lectures du même signe, signifiant ville, localité, pays), tous les royaumes excepté *Idilu* qu'il appelle *mat*, pays; Assurbanipal emploie le dénominatif *mat*, excepté avec *Tsurru*, auquel il appose *iru* ou *alu*.

Les deux listes énumèrent les vingt-deux royaumes dans le même ordre. La seconde a été rédigée sur la première. Cette conformité a été très utile, tant pour la reconstitution du texte mutilé d'Assurbanipal, que pour la lecture de plusieurs noms. Cf. Schrader, *Zur Kritik* etc., pp. 31-36, et pl. 2.

(3) Assurbanipal, *Prisme A de Rassam*, col. I, ll. 68-76, extrait du *Prisme C de Rassam*, dans Schrader, *Ibid.*

Jourdain. Cette signification de *nabalu* ressort encore mieux du passage où Assurbanipal, décrivant le blocus de Tyr, dit qu'il *intercepta les issues du côté de la mer et du côté du rivage (nabalu)* (1). »

Outre le tribut, ces rois étaient soumis à des corvées éventuelles. « J'appelai, dit Asarhaddon, vingt-deux rois du pays de Khatti, tous les rois du littoral et de l'intérieur de la mer et je leur donnai mes ordres. » Il s'agissait d'abattre de grands arbres dans le Sirara et le Liban, d'extraire du marbre blanc et d'autres pierres *du sein des montagnes, lieu de leur production*, et de transporter ces lourds matériaux, *par des chemins pénibles*, à Ninive, où Asarhaddon était occupé à se bâtir un palais (2). Plus tard, les rois de Babylone exploitèrent de la même manière leurs sujets, en majeure partie syro-palestiniens. Voulant relever le temple de Bel à Kharran (Charres) en Mésopotamie, Nabunaïd (Labynète), père de Balthasar, fait appel à ses nombreux sujets, aux rois, princes, et chefs qui habitaient les bords de la mer supérieure (Méditerranée) et les rives de l'Euphrate depuis Khazzati (Gaza) à la frontière de Mitsir (Égypte) jusqu'à la mer inférieure (golfe Persique) (3). A une époque moins reculée, dans une

(1) Smith, *Assurbanipal*, p. 59, l. 88. Cf. *Prisme A de Rassam*, col. II, l. 53.

(2) *Prisme A*, col. V, ll. 11-16.

(3) *Cylindre de Sippara*, col. I, ll. 39-49. Cf. Pinches, *Proceedings of the Soc. of Bibl. Arch.* 7 nov. 1882. — *Khazzati à la frontière (pad) de Mitsir*. Ce passage nous force à admettre pour *pad* le sens de *frontière, limite*, que nous avons rejeté précédemment. Néanmoins le mot *pad*, comme *finis* en latin, signifie parfois le territoire circonscrit par les limites. — Nous avons aussi à rectifier une erreur de lecture concernant les *digari*, si souvent mentionnés dans les récits assyriens. Nous avons lu par distraction *daqari* le nom de cet instrument *Cun. Inscr. of W. A.*, t. II, pl. 46, l. 17, où l'idéogramme qui le représente toujours dans les textes historiques est traduit phonétiquement par les trois caractères syllabiques de valeur *di-ga-ri*. Nous étions porté à voir dans le *digaru* un instrument pointu, une pique, une lance. La réserve avec laquelle nous nous sommes exprimé est justifiée par un texte qui se lit t. V, pl. 42 du recueil britannique où le *digaru* (ligne 36,

inscription rédigée en assyrien, Antiochus Soter nous apprend que, lorsqu'il voulut restaurer les temples de Babylone, *il fit faire des briques au pays de Khatti* (1). C'était sans doute aussi à la Syrie que Nabuchodonosor avait demandé les pierres nécessaires pour les édifices dont il orna sa capitale (2).

On verra mieux encore, par l'étude détaillée de la Phénicie et de la Palestine dans les monuments assyriens, le parti que les grands rois entendaient tirer de la possession de ces pays.

### § 1. *La Phénicie et l'île de Chypre.*

Assurnatsirpal énumère les cités d'*Akharu au bord (sidu) de la mer*, dont il reçut les présents, comme suit : « Le pays de Tsurru, le pays de Tsidunu, le pays de Gublu, le pays de Makhallatu, le pays de Maïzu, le pays de

*e, d)* figure dans une liste de mots précédés du déterminatif des noms de vases. Il ne nous avait pas été loisible de parcourir les planches 36-70 de ce tome, que nous avons reçues de la munificence des Trustees du British Museum pendant l'impression de notre précédent article.

(1) *Cylindre d'Antiochus Soter*, col. 1, ll. 8-11.

(2) *Grande inscription de Nabuchodonosor*, col. IX, ll. 22-28. *Autour du rempart en briques* (qui protège mon palais à Babylone), *je bâtis un haut rempart en grandes pierres extraites des grandes montagnes : j'en élevai le faîte comme une montagne.* Ainsi s'exprime Nabuchodonosor, et l'on est fort surpris de voir Hérodote taxé de mensonge pour avoir parlé d'un pont en énormes pierres à Babylone. Le jugement émane pourtant d'un assyriologue qui apprécie les données d'Hérodote à la lumière des nouvelles découvertes. C'est M. Sayce, en effet, qui a écrit les lignes que voici : « Il est clair qu'Hérodote n'avait jamais visité la Babylonie. Autrement il ne parlerait pas d'immenses pierres, taillées dans un pays qui en est absolument dépourvu. Le peu de pierres apportées de Babylonie sont des pierres précieuses ou des pierres ayant servi de bornes : le moindre caillou y coûtait fort cher, the smallest pebble being of high value. » Si le raisonnement est juste, Nabuchodonosor n'a pas plus qu'Hérodote vu Babylone.

M. Sayce (*Herodotos*, p. 107, cf. p. XIX), dans ce cas comme dans plusieurs autres, défigure l'expression de l'historien grec. Il lui fait dire que les pierres dont il s'agit furent taillées en Babylonie, tandis qu'Hérodote affirme seulement que la femme de Labynète, laquelle serait l'auteur du monument,

Kaïzu, le pays d'Akharru, la ville d'Arvadu qui est dans la mer (1). »

Les trois premiers noms, Tyr, Sidon, Gébal, et celui d'Aradus, qui vient en dernier lieu, insinuent que la liste procède du sud au nord, et que Makhallatu, Maïzu et Kaïzu, cantons inconnus d'ailleurs (2), doivent se marquer sur la carte entre Gébal et Aradus. M. Fried. Delitzsch va plus loin : « Quand on considère, dit-il, la situation de ces localités, *précisément au bord de la mer*, entre Aradus et Byblos (Gébal), et leur nombre de trois, on se sent entraîné à les identifier avec l'ancienne Tripolis (Trois-Villes) des Phéniciens. » Toutefois il est permis de douter que les trois noms signalés désignent des villes. En outre, ils ne forment pas un groupe à eux trois ; car on dirait avec autant de raison que le *pays d'Akharru*, qui semble être ici un canton particulier de la Phénicie, fait quatre avec eux (3). Enfin, comme on l'a déjà remarqué, le *bord de la mer* exprime quelque chose de très vague en assyrien : le royaume d'Ammon, à l'est du Jourdain, est au bord de la mer. On est donc à l'aise pour la situation des trois cantons.

La côte phénicienne achève de se dessiner dans les textes de Teglatphalasar II et de Sennachérib.

*fit tailler d'énormes pierres, ἐπάμυστο λίθους περιήλας*, sans parler du lieu où la chose se fit, ni du lieu de provenance des matériaux. — Sur le passage cité de Nabuehodonosor, voir Flemming, *Die grosse Steinplatteninschrift-Nebukadnezars II*, pages 9, 20, 21, 59.

(1) III, 84-87.

(2) *Makhallata*, ou *Maallata*, serait-il *Marathus*, Μάραθος (Strabon, XVI, II, 12), immédiatement au sud d'Aradus ? Le nom assyrien se transcrirait plus exactement *Mailata*, car les consonnes redoublées marquent la quantité longue de la voyelle précédente (comme dans *Tsurru*, *Tsidunnu*), et l'aspiration est exagérée par la transcription *kh* dans *Makhallata*.

(3) On traduirait à la rigueur, en faisant abstraction d'Arvadu, dernier membre de l'énumération : *Le pays de Tsurru..... le pays de Kaïzu (provinces) du pays d'Akharru* ; mais ce serait exclure Arvadu de l'Akharru pris dans le sens ordinaire.

Teglatphalasar II amène des captifs des provinces orientales de son empire dans les *villes de Tsimirra, de Zimarra, d'Arqa, d'Usnu, Siannu, Rih-raba, Rih-sitsu, au bord de la mer supérieure* (Méditerranée) (1).

Dans Tsimirra, on croit reconnaître *Tsemâri*, une des tribus de Chanaan d'après la Genèse (2), et le Simyra de Strabon, entre Aradus et Gébal, à l'embouchure du Nahr-el-Kébir. Arqa a fait songer aux ruines de Tell-Arka, sur le Nahr-Arka, au nord-est de Rouad, ancien Aradus.

Les renseignements de Sennachérib sont plus précis. Ils se rapportent à la Phénicie méridionale.

« Dans ma troisième campagne, dit-il, j'allai au pays de Khatti. Luli, roi de Tsidunnu, fut effrayé du prestige de ma puissance : il s'enfuit au loin dans la mer (d'après un autre document, en Yatnana, Chypre) (3), et abandonna son pays. Les villes de Tsidunnu-la-Grande, de Tsidunnu-la-Petite, de Bit-Zitti, de Zariptu, de Makhalliba, d'Usu, d'Akzibu, d'Akka, ses forteresses, etc., se soumirent (4). »

Ici, on distingue à première vue, sous les transcriptions assyriennes, les villes de *Sarepta, Akzib* dans Josué et les Juges (5), *Ekdippa* chez les classiques, *Accô* (Saint-Jean d'Acre), qui s'échelonnent du nord au sud, dans le sens de la marche de Sennachérib (6). La liste entière procède sans doute suivant le même ordre. Du reste la ville d'Usu, dans le voisinage de laquelle Sennachérib reçoit, après la prise de Sidon, le tribut des princes palestiniens cités plus haut, se place naturellement au sud de cette ville (7).

(1) *Cuneiform Inscript. of Western Asia*, t. III, pl. 9, l. 46 ; pl. 10, ll. 13-15.

(2) X, 18.

(3) *Taureaux de Koyoundschik*, I, ll. 19, 20.

(4) *Prisme de Taylor*, col. II, ll. 34-43.

(5) *Josué*, XIX, 29 ; *Juges* I, 31. Dans le second passage, *Akhô* (Acco) et *Akzib* sont mentionnés avec Sidon, comme des villes restées au pouvoir des Chananéens.

(6) On le voit par la suite du récit, qu'on lira plus loin.

(7) *Inscriptions des Taureaux de Koyoundschik*, I, ll. 19, 20.

*Sidon-la-Grande* et *Sidon-la-Petite*, toutes deux prises par Sennachérib, sont ainsi nommées par comparaison. *Tsidôn rabbâ* dans le livre de Josué doit donc signifier Sidon-la-Grande, et non la grande Sidon (1).

Parmi les cités phéniciennes, les inscriptions parlent le plus longuement d'Aradus, Sidon, Tyr, Usu et Accu. Après la soumission de Tyr, dit Assurbanipal, « les chefs de l'intérieur de la mer et les rois des hautes montagnes, voyant la grandeur de mes œuvres, redoutèrent ma puissance. »

Il s'agit des rois de Tabal et de Cilicie, du roi et des princes d'Aruaddu ou Arvadu (Aradus).

« Jakinlû, roi d'Aruaddu, qui habite dans la mer, qui n'avait pas obéi aux rois mes pères, se soumit à mon joug. Il amena à Ninive, pour être concubine, sa fille, avec une grande dot, et il baisa mes pieds.... Les fils de Yakinlû, Azibahal, Abibahal, Adunibahal, Sapadibahal, Pudibahal, Bahalyasupu, Bahalkhanunu, Bahalmaluku, Abimilki, Akhimilki, habitants de la mer, sortirent de la mer, vinrent avec des présents considérables et me baisèrent les pieds. »

Tous ces noms, du type phénicien le plus accusé, révéleraient à eux seuls un État chananéen, si on pouvait douter un instant de l'identité d'Aruaddu (plus exactement *Aruâdu*) et de l'Arvad biblique, l'Aradus classique, aujourd'hui Rouad, petite île de la côte phénicienne au nord de Tripoli.

En face d'Aradus, Assurbanipal éprouve un accès de cette admiration naïve que la vue de la mer inspire toujours aux rois d'Assur : « Ikkilû (Jakinlû), dit-il, habitait comme un poisson des eaux immenses ; il parcourait la vaste mer. »

Le roi d'Arvadu est condamné à un tribut annuel, con-

(1) *Josué* XI, 18 ; XIX, 28.

sistant *en laines* de différentes couleurs, *en poissons*, *en oiseaux* (1).

Dès le douzième siècle avant notre ère, les Assyriens avaient visité Aradus. Ils racontent que Teglatphalasar I<sup>er</sup> « monta sur des vaisseaux du pays d'Arvadu et tua un *nakhiru* dans la Grande Mer (2). » Après lui, Assurnatsirpal, entre autres présents des Phéniciens, reçut des *dents de nakhiru* (3). L'ivoire de cet animal aquatique était d'un fréquent emploi chez les Assyriens et les peuples voisins. Il servait à peu près aux mêmes usages que celui de l'éléphant (4). Plusieurs en ont conclu que le *nakhiru* était le dauphin. Assurnatsirpal reçut aussi du même peuple des *pagûti grands et petits*, espèce animale dont il a été parlé précédemment (5).

Sidon, déjà châtiée par Sennachérib, se révolta encore sous son successeur. Cela fournit à Asarhaddon l'occasion d'en parler assez en détail.

« Je m'emparai de Tsidunnu, qui est dans la mer, et je détruisis toutes ses habitations. J'abattis complètement son rempart, je détruisis ses fondements et les jetai dans la mer. Je ruinaï son *emplacement* (?).

» Abdimilkutti, son roi, lequel redoutant mes armes s'était enfui dans la mer, *je le tirai de la mer comme un poisson, et je lui coupai la tête*. Je m'emparai des grands trésors gardés dans son palais, or, argent, pierres précieuses, peaux d'éléphant, dents d'éléphant, bois d'*usu*, bois d'*urkarinnu*, vêtements de *birmi*, étoffes de toutes sortes. Je menai au pays d'Assur son peuple, immense,

(1) Smith, *Assurbanipal*, pp. 60-64, 69-71, 75-76 ; *Cuneiform Inscrip. of Western Asia*, t. V, pl. 2, 92-94.

(2) *Broken Obelisk*, II. 2, 3.

(3) III, 84-87.

(4) M. Lotz, *Die Inschr. Tiglath-Pileser's*, p. 161, fait observer que l'ivoire du *nakhiru* ne se rencontre pas dans les inscriptions assyriennes employé pour l'ornementation des édifices.

(5) III, 84-87.

sans nombre, (ainsi que) des bœufs, des moutons et des ânes. J'assemblai tous les rois de Khatti et du bord de la mer. Je fis faire..... Je lui donnai (à Sidon renouvelée) le nom de Ville d'Assur-akh-iddin (Asarhaddon.) J'y établis des hommes de la montagne et de la mer d'occident, proie de mon arc. Je leur donnai pour préfet un de mes grands officiers.

» Et Sanduarri, roi des villes de Kundi et de Sizu, homme ennemi, rebelle, qui ne craignait pas ma puissance et avait abandonné les dieux, s'était fié à des montagnes de difficile accès et avait pris pour allié Abdimilkutti, roi de Tsidunnu. Ils se firent l'un à l'autre le serment des grands dieux et comptèrent sur leur puissance. Pour moi, je me fiaï à Assur, mon seigneur. *Je le tirai (Sanduarri) de la montagne comme un oiseau, et je lui coupai la tête* (1). »

Les deux récits joints par la copulative *et*, en assyrien *û*, dominés par une antithèse fort saillante et rapportant des faits connexes, n'en forment qu'un seul. S'ensuit-il de là que Kindu et Sisu doivent se placer, comme on l'a prétendu, dans le voisinage de Sidon? A notre avis, la chose est fort douteuse. On a vu la Cilicie liguée avec Damas et le pays d'Ammon, et nous venons de signaler dans les inscriptions d'Assurbanipal une antithèse égale-

(1) *Prisme A d'Asarhaddon*, col. I, 9-46. — Asarhaddon, ce nous semble, raconte ensuite (ll. 47-53) que pour donner à tous une haute idée de la puissance du dieu Assur, il suspendit les têtes d'Abdimilkutti et de Sanduarri au cou de deux de leurs officiers, et que ceux-ci défilèrent de la sorte, au son de la musique, avec les autres captifs sidoniens y compris les femmes et les enfants, sous les regards de la foule dans le voisinage de Ninive.

Si notre interprétation n'est pas vraie, elle est du moins très assyrienne. Dans le même genre, Assurbanipal dépasse Asarhaddon. Il enlève les ossements d'un roi de Gambulu qui avait été son ennemi, et ordonne à ses gens de s'en servir en guise de massues pour assommer aux portes de Ninive les fils de ce roi tombés entre ses mains. — Voir ce passage dans Smith, *Assurbanipal*, p. 138, ll. 88-92. Nous y donnons au verbe *khasatu*, le sens de *battre, briser*. Il est employé avec le sens de *moudre* (le grain), *Cun. Inscr. of West. Asia*, t. V, pl. 18, c-d, ll. 33-34. Cf. Strassmaier, *Alphab. Verzeichniss*, n° 3279.

ment frappante entre Aradus d'une part, la Cilicie et le Tabal de l'autre. *Sandu-arri* semble être un composé. Son premier élément rappelle *Sanda-sarmi*, le nom du prince cilicien qui fait hommage à Assurbanipal. En attendant de plus amples données, nous chercherions donc *Kindu* et *Sisu*, les deux villes de Sanduarri, plutôt dans le Taurus ou l'Amanus que dans le Liban.

D'après le texte cité, la ville de Sidon était dans la mer, *ina qabal tamti, in medio maris*. L'expression, quoiqu'elle manque de rigueur, n'étonne pas dans la bouche des Assyriens, habitués à exagérer tout ce qui tient à la mer. Sidon consistait essentiellement dans ses deux ports, le promontoire intermédiaire, et la péninsule oblongue, parallèle au rivage, qui communique avec le promontoire par un isthme étroit et abrite les ports à l'ouest. A l'époque du grand commerce de Sidon, la péninsule était sans doute couverte d'édifices, et il doit en avoir été de même de la chaîne d'ilots qui y fait suite jusqu'au Kalat-el-Bahr, le plus considérable de tous, au nord-est de la ville actuelle. Les ilots reliés à la péninsule et entre eux par une forte digue qui abritait le port septentrional, faisaient partie de la ville. Aujourd'hui que la presqu'île est déserte, que la digue a été emportée par les flots, et que la ville s'est développée davantage à l'est, on ne dirait plus aussi bien : *Sidon qui est dans la mer* (1). L'emploi quelque peu abusif de ces mots par Asarhaddon est utile à noter. Nous y reviendrons plus loin.

Le nom assyrien, *Ville d'Assur-akh-iddin*, destiné à remplacer celui de Sidon, ne fut pas longtemps employé : ce serait peine perdue que d'en rechercher des traces dans la géographie postérieure.

D'ordinaire la colonie installée à la place d'une nation vaincue ne se recrutait pas dans le voisinage : on déportait au loin les captifs, qui étaient dotés par ce moyen de

(1) Cf. Socin-Bädeker, *Palestine et Syrie*, édition française, pp. 454-458.

nouveaux foyers, pour leur rendre l'évasion plus difficile. Si les nouveaux habitants de Sidon sont en partie phéniciens, c'est apparemment qu'Asarhaddon, pour assurer ses communications avec Chypre, avait besoin de vaisseaux et de marins.

Tyr semble avoir recueilli alors l'héritage de Sidon. Elle se crut assez forte pour secouer le joug d'Assurbanipal, successeur d'Asarhaddon ; peut-être même s'était-elle déjà révoltée contre celui-ci.

« Dans ma troisième campagne, dit Assurbanipal, je marchai contre Bahal, roi du pays de Tsurru, qui n'avait point observé le commandement de ma royauté et n'écoutait point la parole de mes lèvres. J'élevai une ligne de forts contre lui et je m'emparai de toutes ses issues par terre et par mer. *Je réduisis leurs courages (?)* ; je les soumis à mon joug. Le roi amena en ma présence la fille issue de lui et les filles de ses frères, pour être concubines. Il amena en même temps pour mon service son fils Yakinlû, qui n'avait pas encore parcouru la mer. J'acceptai sa fille et les filles de ses frères. J'eus compassion de lui ; je lui rendis le fils issu de lui (1). »

Un autre prisme ajoute : « Les tours que j'avais élevées contre lui, je les détruisis ; les communications par terre et par mer, dont je m'étais rendu maître, je les rétablis. Je reçus de lui un tribut considérable. Je retournai sain et sauf à Ninive (2). »

Dans une inscription royale, cela signifie qu'on n'avait pu s'emparer de Tyr, et qu'on s'était contenté de quelques marques de soumission. Bahal fut traité avec beaucoup d'égard, si on songe aux mœurs du temps. — Il est clair

(1) Smith, *Assurbanipal*, p. 58-60. Cf. *Cun. Inscr. of W. A.*, t. V, pl. 2, ll. 49-62. C'est dans ce second texte (prisme A de Rassam) que se lisent les mots : *le fils* (de Bahal) *qui n'avait pas encore parcouru la mer*, inspirés par l'idée que la mer est l'élément naturel des Phéniciens. La phrase peut signifier aussi : *condamné à ne plus parcourir les mers*.

(2) Smith, *Assurbanipal*, pp. 68, 69.

qu'Assurbanipal n'avait bloqué Tyr par mer qu'avec le secours de flottes phéniciennes.

Usû et Akkû, coupables de révolte, sont traitées fort différemment peu d'années après.

« A mon retour (d'Arabie), dit Assurbanipal, je pris la ville d'Usû qui est située sur le bord de la mer. Les hommes de la ville d'Usû qui n'obéissaient pas à leurs gouverneurs, et ne s'acquittaient pas de leur tribut annuel, je les tuai. Je rendis mes jugements au milieu de ces hommes rebelles. J'emmenai leurs dieux et leur peuple en Assur.

» Les rebelles d'Akkû, je les tuai. Je suspendis leurs corps sur des pieux et je les plaçai autour de la ville. Je pris le reste du peuple pour le pays d'Assur. Je le rassemblai en une troupe, et je l'ajoutai aux sujets nombreux qu'Assur m'a donnés (1). »

Nous avons dit que les Assyriens situaient Sidon *dans la mer*, bien qu'elle tienne à la terre ferme. Faute d'y penser, les assyriologues se sont trop hâtés d'identifier les *Yamnai* ou *Yavnai* des inscriptions cunéiformes avec les Grecs, Ἰωνες. On n'ignore pas que dans le texte assyrien de Béhis-tun, *Yamanu* ou *Yavanu* désigne la Grèce; on sait aussi qu'un ethnique *Yamnai* ou *Yavnai* pourrait fort bien dériver de *Yamanu* ou *Yavanu*. Mais malgré cela un texte de Sargon rend difficile l'identification des *Yamnai* avec les Grecs, que nous avons admise nous-même jusqu'ici. Voici ce passage :

« (Sargon) prit comme un poisson le *Yamnai* dans la mer; il enleva Gunzinanu (prince) de Kammanu, et Tarkhularu de Gamgumu; il soumit sept rois du canton de Yah, au pays de Yatnana (Chypre), à sept journées dans la mer (2). »

(1) Smith, *Assurbanipal*, pp. 281, 282. Cf. *Cun. Inscr. of Western Asia*, t. V, pl. IX, ll. 115-128.

(2) *Inscription des Taurcaux*, ll. 25-28.

Personne n'a songé jusqu'ici à mener Sargon au delà de Chypre, dans quelque autre île ou contrée de la Grèce. Les partisans de l'identification Yamnai-Ioniens placent les Yamnai dans l'île de Chypre. Or est-il permis de croire que Sargon, dans une liste où l'on n'aperçoit aucune redite, nomme un peuple de Chypre, revienne en Asie pour toucher le Kammanu et le Gamgumu, et retourne ensuite à Chypre, pour sauter de là encore une fois sur le continent asiatique? En effet, après Yatnana, il nomme des pays situés à l'est du Tigre. D'ailleurs le Yatnana est évidemment donné comme plus éloigné que le pays des Yamnai, par conséquent comme une contrée toute différente. Il est peu probable en effet qu'on distingue dans l'île de Chypre diverses régions suivant la distance plus ou moins grande qui les sépare de Ninive.

Nous croyons que les Yamnai appartenaient à la côte de Phénicie ou de Palestine. Ne serait-ce pas les habitants de l'Yabnâ maritime, à l'embouchure du Nahr-er-Roubîn? Cette ville servait de port à une autre Yabnâ, que les Grecs nommèrent Ἰάμνεια, Ἰαμνία, Ἰαμναί (1).

Jusqu'ici nous avons raisonné dans l'hypothèse que le pays des Yamnai était situé de quelque façon dans la mer. Mais Sargon ne dit pas même cela : il rapporte seulement qu'il prit les Yamnai dans la mer, c'est-à-dire dans un combat naval, comme Salmanasar II prit les habitants de Mazamua sur leurs vaisseaux. De cette sorte, notre identification Yamnai-Yamnia est encore plus plausible.

Les matelots Yamnai montent avec ceux de Tyr et de Sidon la flotte de Sennachérib sur le golfe persique :

« J'établis à Ninive des hommes du pays de Khatti, capture de mon arc. Ils construisirent avec art de grands vaisseaux, à la façon de leur pays. Je les fis monter par des matelots tyriens (*tsurrai*), sidoniens (*tsidunnai*) et yamniens (*yamnai*), capture de ma main (2). »

(1) Voir Socin-Bädeker, *Palestine et Syrie*, édition française, p. 336.

(2) *Taureaux de Koyoundschik*, 4, ll. 57-60.

Avec les vaisseaux du pays de *Khatti* (1), construits aussi en partie à Tul-Barsip au bord de l'Euphrate, Sennachérib navigua sur le golfe Persique, et alla réduire des Chaldéens fugitifs en Élam. Il célèbre en termes pompeux son exploit maritime, dont il devait la gloire à ses prisonniers phéniciens (2).

L'absence de marine indigène sur le golfe Persique rendait plus précieuse pour Ninive la conquête de Tyr et de Sidon. Plus tard, la même raison rendit les Phéniciens nécessaires à Alexandre. Arrien, après Aristobule, raconte à ce propos des faits intéressants. Alexandre, dit-il, fit construire dans les chantiers phéniciens quarante-sept navires de diverses grandeurs. Ces navires furent ensuite démontés et transportés pièce à pièce jusqu'à Thapsaque. Là ils furent reconstruits, et jetés sur l'Euphrate, par lequel ils gagnèrent Babylone. Ils y rencontrèrent la flotte de Néarque récemment arrivée de l'Inde. Alexandre y construisait encore d'autres vaisseaux en bois de cyprès, le seul que produisit la Babylonie. Il creusait un port assez grand pour recevoir mille navires. En même temps, Miccalus de Clazomène, un de ses officiers, recrutait à grands frais des marins en Phénicie et sur tout le littoral de la Méditerranée. Alexandre voulait coloniser les côtes et les îles du golfe Persique, destinées dans sa pensée à rivaliser un jour de prospérité avec la Phénicie (3).

L'idée d'ouvrir ce nouveau champ à l'activité des Phéniciens était assez naturelle à des monarques dont le pouvoir s'étendait d'une mer à l'autre. Elle s'était offerte en passant à Sennachérib; elle frappa vivement Alexandre, auquel le temps manqua pour exécuter ses desseins. Il se peut aussi que les Phéniciens eux-mêmes, qui parcoururent la mer Rouge et la mer des Indes au service des rois de Juda

(1) *Ibid*, 3, l. 28.

(2) *Ibid*, 4, ll. 61 et suiv.

(3) Arrien, *Anabase d'Alexandre*, VII, XIX.

et d'Égypte, aient pénétré dans le golfe Persique, et qu'ils en aient occupé des îles ou quelques points des côtes. Dans ce cas, Alexandre aurait seulement cherché à développer leurs anciennes colonies. De son temps, deux îles du golfe Persique, voisines du promontoire d'Anfir en Arabie, portaient les noms de Tyret et d'Aradus ; on y voyait des édifices semblables à ceux des Phéniciens. Ceux-ci, au dire des habitants, étaient originaires de leurs îles. Mais Strabon hésite à admettre cette prétention, quoiqu'une tradition persane rapportée par Hérodote fasse venir les Phéniciens des bords de la mer Érythrée ou golfe Persique (1). Nous partageons les doutes de Strabon. Les souvenirs des insulaires du golfe Persique étaient trop clairs pour remonter si haut, et la ressemblance des édifices s'explique mal par l'origine commune de deux peuples séparés depuis une quinzaine de siècles. Il est plus sûr de regarder les Phéniciens du golfe Persique, s'ils sont bien réels, comme des colons venus à une époque relativement récente des bords de la Méditerranée (2).

*Yatnana* ou *Atnana*, qui rappelle par la terminaison *Labnana* et *Ammana*, deux noms de chaînes de montagnes en Syrie, désigne l'île de Chypre dans les inscriptions cunéiformes.

*Yatnana*, comme on le sait déjà, est situé dans la mer du soleil couchant, à sept journées de la côte phénicienne.

Les journées sont, bien entendu, comptées pour des vaisseaux du huitième siècle avant notre ère et avec l'exagération habituelle des Assyriens, entre deux points déterminés de la côte phénicienne et de l'île de Chypre.

Les villes de *Yatnana* qui se rencontrent dans les listes d'Asarhaddon et d'Assurbanipal sont celles de Chypre :

(1) 1, 1.

(2) Strabon (XVI, III, 2, 4) parle des Phéniciens du golfe Persique d'après Ératosthène, qui avait puisé lui-même ses données dans le périple de Thasius, officier de la flotte d'Alexandre.

*Idihal*, *Kitrusi*, *Pappa* (lisez : Pâpa), *Sillu* (Silu), *Kurî*, *Tamisu*, *Lidir*, font songer aussitôt à Ἰδάλιον, Idalium, — Χύτρος ou Χύτροι, Chytrus ou Chytri, — Πάφος, Paphus, — Σόλοι, Soli, — Κούριον, Curium, — Ταμασσός ou Ταμασσός, Tamassus ou Tamassus, — τὰ Λέδρα, Ledron.

Deux autres villes, *Nurî* et *Qarti-Khadasti*, sont inconnues à la géographie classique. *Qarti-Khadasti*, Ville-neuve, est phénicien : c'est le même nom que Carthage.

Ces localités sont situées dans les diverses parties de l'île. Chypre tout entière semble reconnaître la suzeraineté d'Asarhaddon et d'Assurbanipal.

Sargon n'en avait soumis qu'un district. Il avait reçu *le tribut de sept rois du canton d'Yah au pays d'Yatnana*. Une stèle avec inscription assyrienne consacrant le souvenir de l'événement a été exhumée des ruines de Citium, dans le sud-est de l'île. Citium par conséquent doit avoir fait partie du premier district soumis aux rois de Ninive.

Citium et Tyr, distants d'environ 200 kilomètres, seraient considérés avec vraisemblance comme les deux termes de la navigation de sept jours entre l'Asie et l'Yatnana.

Voici dans sa suite, autant qu'elle a été comprise, la relation de Sargon, que nous citons d'après les *Fastes*, et qui se répète à peu près dans les mêmes termes sur la *stèle de Larnaca* (de Citium) et dans les *Annales* :

« Sept rois du canton d'Yah au pays d'Yatnana, à sept journées dans la mer du soleil couchant,..... du pays desquels personne parmi les rois mes pères en Assur et en Kardunias (Babylonie) n'avait entendu le nom, apprirent de loin, dans la mer du soleil couchant, mes exploits en Kaldi (Chaldée) et en Khatti. Leur cœur fut effrayé, l'épouvante les saisit. Ils apportèrent de l'or, de l'argent, des meubles en bois d'*usu* et d'*urkarinnu*, ouvrages de leur pays, en ma présence, à Babilu (Babylone), et me baisèrent les pieds (1). »

(1) Lignes 145-149.

La contrée dont les ancêtres de Sargon avaient si peu entendu parler, ce n'est pas seulement, comme un savant l'affirme, le district d'Yah, mais bien toute l'île d'Yatnana; car, au dire de Sargon, le pays était inconnu à cause de sa grande distance et de sa situation au milieu de la mer. Or, à ce point de vue complexe, il n'y a pas lieu de distinguer diverses régions dans l'Yatnana.

Si Sargon dit la vérité, c'était la première fois que des Chypristes entraient en relation avec le roi d'Assur. Sargon, tout au moins, n'avait encore exercé aucun pouvoir sur leur île; tant s'en faut qu'il l'eût visitée. En cela son témoignage est irrécusable. Il l'est moins quand il affirme que le nom d'Yatnana était inconnu à ses ancêtres. Fréquentant le Liban et les villes de la côte depuis plusieurs siècles, les Assyriens devaient connaître l'île de Chypre, qui était comme une annexe de la Phénicie.

Rien ne prouve que Sargon ait visité Chypre en personne, ni que ses armées y aient jamais pénétré. Ceux qui parlent des campagnes de Sargon dans cette île, admettent l'identité des Yamnai et des Grecs; ils confondent la ville de Pappa ou Paappa (l'un et l'autre à prononcer *Pâpa*), située en Asie, avec la ville du même nom en Chypre.

Nous n'avons plus à démontrer la non-identité des Yamnai et des Grecs. Il suffit d'établir la distinction des deux Pappa, ce qui revient à prouver l'existence d'un Pappa asiatique.

On lit dans les Fastes : « J'enlevai à leurs séjours les habitants des villes de Sukkia, Bâla, Abitikna, *Pappa*, Lalukna, et je les fis demeurer à Dimasqi et en Khatti (1). »

Les villes dont il s'agit forment un groupe. Sur son cylindre, Sargon rapporte « qu'il changea la demeure de *Pâpa*, Lalukni, Sukkia, Bâla, Abitikna, qui avaient conspiré avec le pays de Kakmi (2). » — Elles étaient situées

(1) Ligne 57.

(2) Ligne 28.

en Asie, près de l'Arménie ; car, d'après les Annales, Sargon châtie les villes de Sukkia, Bâla, Abitikna, liguées contre lui avec Ursa, roi d'Urarthu, c'est-à-dire d'Ararat (Arménie).

Observons encore que ceci eut lieu la troisième année de Sargon, dont les premiers rapports avec Chypre sont postérieurs de dix ans. Les deux dates sont attestées par les Annales.

L'érection d'une stèle en l'honneur de Sargon à Citium n'a pas exigé sa présence : elle s'explique par la soumission du pays. C'est ainsi qu'Asarbaddon, sans se rendre lui-même en Arabie, fait graver son nom sur des statues qu'il renvoie dans ce pays, d'où elles avaient été enlevées.

## § 2. *La Palestine.*

Nous comprenons sous ce titre le pays des Philistins, le royaume de Juda et le royaume d'Israël, le groupe d'Ammon, Moab, Édom.

La région habitée par les Philistins, en hébreu Peléset, porte le même nom, muni d'une désinence, *Pilistu*, *Pilisti*, *Palista*, dans les inscriptions assyriennes (1). Les principales localités philistines s'y retrouvent également, avec les mêmes appellations que dans la Bible. Sennachérib les mentionne presque toutes dans la relation déjà citée, et dont nous reprenons la suite.

« Quant à Tsidqa, roi d'*Iskalluna* (Ascalon), qui ne s'était pas soumis à mon joug, j'enlevai les dieux de la maison de son père, lui-même, sa femme, ses fils, ses filles, ses frères,

(1) Ramannirar III, Inscription A, l. 1. 12. *Cun. Inscr. of W. A.*, pl. 52. l. 40, a. Voir dans Fried. Delitzsch, *Wo lag das Paradies*, p. 288, le passage de Sennachérib.

toute la maison de son père, et je le transportai au pays d'Assur..... Au cours de ma marche, j'assiégeai et je pris *Bit-Daganna* (Bêt-Dagon), *Yappu* (Joppé), *Banaibarqa*, *Azuru*, villes de Tsidqa, qui ne s'étaient pas soumises à mon joug, et j'enlevai leurs dépouilles. Les prêtres(?), les princes et le peuple d'*Amkarruna* (Accaron), qui avaient jeté dans les fers Padi, leur roi, homme de l'obédience et du serment du pays d'Assur (vassal juré d'Assur), qui l'avaient livré à Khazaqiaü (Ézéchias) du pays de Yaüda (Juda), leurs cœurs furent épouvantés. Ils appelèrent les rois de Mut-suri (Égypte) et les archers, les chars et les chevaux du roi de Milukhkhi, troupe innombrable, et ceux-ci allèrent à leur secours. Ils se rangèrent en bataille et firent avancer leurs troupes contre moi en face d'*Altaqû*. Je les mis en déroute..... J'assiégeai et je pris les villes d'*Altaqû* et de *Tamnâ*, j'enlevai leurs dépouilles. »

La ville d'Amkarruna (Accaron) tombe aux mains de Sennachérib, qui s'y arrête quelque temps pour en régler les affaires. Il force Ézéchias à lâcher Padi, qui est remis sur le trône.

La division politique du pays philistin est assez singulière. Les villes principales, sièges de royaumes distincts, à l'exception de Joppé, se rencontrent du nord au sud dans l'ordre suivant : Joppé, Accaron, Azot, Ascalon, Gaza. Or Joppé et les villes de Banai-Barqa (Bnê-Berak), Bit-Daganna (Bet-Dagon, Bet-Dedschan), Azuru (Yazur), rangées, du nord-est au sud-est, dans un rayon d'une lieue autour de Joppé, dépendent d'Ascalon dont elles semblent séparées par les territoires d'Accaron et d'Azot.

L'identité des deux villes d'Altaqû et de Tamnâ, prises par Sennachérib, et des localités bibliques d'Elteqê et de Timnâ, dans la tribu de Dan, entre Accaron et Ascalon, mais à une plus grande distance de la mer, révèle jusqu'à un certain point la marche des Assyriens et celle de leurs ennemis. Joppé et les localités voisines une fois réduites, Sennachérib laisse derrière lui Accaron, et se porte sur

Ascalon, dont il s'empare. Cependant les Égyptiens l'ont tourné et ont opéré leur jonction avec les Accaronites, en passant peut-être sur le territoire d'Ézéchias, leur allié. C'est ainsi que la bataille décisive se donne à Elteqé entre Accaron et Ascalon. Après la bataille, le roi d'Assur revient au nord et va soumettre les Accaronites. La lutte est assez vive ; les Philistins et les Égyptiens cherchent leur ennemi, qui se tient sur la défensive. La rédaction officielle semble dissimuler des dangers courus par Sennachérib ; comme plus loin elle laisse planer le vague sur les événements accomplis en Judée.

« J'approchai d'Amkarruna. Les prêtres(?) et les nobles, auteurs de la révolte, je les tuai. Je fixai leurs corps sur des pieux autour de la ville. Les habitants de la ville qui avaient pris part à l'iniquité et au crime, je les réduisis en captivité. La foule exempte d'iniquité et du crime de....., je prononçai sa délivrance. Je fis sortir d'Ursalimmu (prononcez *Ursalimu*, Jérusalem) Padi leur roi ; je le fis asseoir sur le trône pour les gouverner, et je lui imposai le tribut de ma seigneurie (1). »

Sargon ajoute à la liste des villes philistines : *Gimtu* et *Asdudimmu* (ou *Asdudi-Immu* en deux mots ?), appartenant à la principauté d'Azot, et Rapikhi qu'il semble rattacher au royaume de *Khaziti*, Gaza.

Asdudimmu est inconnu d'ailleurs. *Gimti* a été rapproché de l'hébreu *Gat*, d'après les Septante (I<sup>és</sup>6), patrie de Goliath, dont la situation n'a jamais été certainement reconnue. Il y aurait entre *Gimti* et *Get* la même différence qu'entre Amkarruna et Accaron. Les Juifs assimilaient dans ces mots la nasale à la consonne suivante ; ceux de la bouche desquels les Assyriens les entendirent prononçaient distinctement les deux lettres. Nous écrivons Accaron comme les Septante, et non Ekron comme la bible hébraïque, dont la leçon a moins d'analogie avec Amkarruna.

(1) *Prisme de Taylor*, col. III, ll. 1-11.

Voici sur Azot un passage de Sargon, dont les données seront aussi utiles au chapitre suivant, pour fixer la situation des pays de Makan et de Milukhkha.

« Quant à Azuri, roi d'Asdudu, son cœur s'obstina à ne point payer le tribut. Il envoya aux princes voisins des excitations à la révolte contre le pays d'Assur. Parce qu'il avait agi en ennemi, je mis fin à son empire sur les populations voisines. Je leur préposai comme roi, indépendant de lui, son frère Akhimiti. Les hommes du pays de Khatti conspirèrent la révolte et ruinèrent son pouvoir. Ils mirent à leur tête Yamani, sans droit au trône, comme eux contempteur de l'autorité. Dans l'indignation de mon cœur, sans rassembler toute mon armée, sans réunir tout mon matériel (de guerre), avec les guerriers qui sont toujours attachés à mes côtés, je marchai sur Asdudu. Yamani apprit ma marche lointaine : il s'enfuit vers la frontière du pays de Mutsuru (Égypte), qui est à la limite du Milukhkha. On ne vit plus sa trace. J'attaquai et pris les villes d'Asdudu, de Gimtu, et d'Asdudimmu. J'emmenai en captivité ses dieux, sa femme, ses fils, ses filles, avec....., avec les trésors de son palais et les habitants de son pays. Je rétablis ces villes. »

Par la suite du texte, malheureusement mutilée, on voit que Sargon jette dans les villes conquises des captifs amenés des extrémités orientales de son empire (1). Cette infusion de nouveaux éléments, souvent répétée et connue seulement en partie, altéra les races de la Palestine.

*Khazzatu* (*Khazitu*, *Khazittu*, *Khazzutû*), Gaza, figure aussi dans les inscriptions comme un chef-lieu important. Teglatphalasar II et Sargon se vantent comme d'un succès remarquable de la défaite de *Khanunu* (Hannon), roi de cette ville. Il est vrai que Khanunu était appuyé par le roi d'Égypte. Le texte de Teglatphalasar II étant en fort mauvais état, nous transcrivons seulement le récit de Sargon.

(1) *Fastes*, II. 90-109.

« Khanunu, roi de la ville de Khaziti, et Sabi, sultan (*siltanu*) de Mutsuru, vinrent contre moi, vers la ville de RapiKhi, pour engager combat et bataille. Sabi redouta le choc de mes armes : il s'enfuit et l'on ne vit plus sa trace (*variante* : il s'enfuit seul comme un berger dont le troupeau a été dispersé et il échappa). Je pris Khanunu (1). »

On a identifié *RapiKhi* avec *Raphia*, au sud-ouest de Gaza, sur le Wadi-el-Arisch ; et nous avons cité plus haut un texte d'Asarhaddon qui justifie le rapprochement. RapiKhi sera un point de repère important dans la suite de cette étude.

Au cours de la marche dont on possède une relation si instructive, Sennachérib alla, vers le sud, au moins jusqu'à Lakis, cinq lieues au nord-est de Gaza (2). Un bas-relief très connu représente les captifs de Lakis défilant devant lui, et porte cette inscription :

« Sennachérib, roi de la multitude, roi du pays d'Assur, s'assit sur un trône élevé (?), et les captifs de la ville de Lakisu passèrent devant lui (3). »

D'après la Bible, un fort détachement se porta de Lakis sur Jérusalem. Le fait est attesté par le roi d'Assyrie dans le passage suivant, avec lequel nous reprenons son récit :

« Quant à Khazaqiaü, du pays de Yaüda, qui ne s'était point soumis à mon joug, j'assiégeai et je pris quarante-six de ses villes fortes entourées de remparts, avec une quantité innombrable de petites villes voisines. »

(1) *Fastes*, 25, 26. — La variante entre parenthèses (Botta, *Monuments de Ninive*, pl. 71, ll. 1-3) a été traduite : *Sabi s'enfuit seul avec un berger qui (gardait?) ses moutons, et il échappa. Seveh entfloh allein mit cinem Hirten, welcher seine Schafe (hütete?) und entkam.*

(2) Soein-Bädeker, *Palestine et Syrie*, traduction française, p. 330.

(3) *Cun. Inscr. of W. A.*, t. 1, pl. 7, l. — D'autres traduisent la fin de l'inscription : *et reçoit le butin de Lakis*, ou bien : *le butin de Lakis passe devant lui*. Mais le verbe assyrien *ataqu* signifie passer, et jamais recevoir ; *sallat* signifie aussi bien captif que butin, dépouille ; enfin, le bas-relief représente des prisonniers défilant devant le roi les mains vides. Toutes ces raisons nous ont déterminé à traduire : *les captifs ou la captivité passe devant lui*.

Ici Sennachérib énumère les moyens employés pour réduire les villes. Mais ces détails sont jusqu'à présent très obscurs, comme presque tout ce qui sort des généralités dans les textes assyriens.

« J'en fis sortir (des localités conquises) 200 150 hommes, grands et petits, mâles et femelles, avec des chevaux, des mulets, des ânes, des chameaux, des bœufs et des moutons sans nombre, et je les réduisis en captivité. »

Même en admettant l'exagération, on voit que la Judée est une proie plus riche que les petits royaumes philistins.

« Quant à lui (Ézéchias), je l'enfermai comme un oiseau en cage dans la ville d'Ursalimmu sa capitale ; j'élevai une ligne de forts contre lui, j'interceptai les sorties par les portes de sa ville, et je le bloquai. Les villes que j'avais pillées, je les retranchai de son pays. Je les donnai à Mitintu roi d'Asdudu, à Padi roi d'Amkarruna, et à Tsilbil roi de Khaziti, et j'amoindris son territoire. A leur tribut annuel (celui des trois rois), j'ajoutai un don pour le secours reçu de ma seigneurie, et je leur en imposai l'obligation. Quant à Khazaqiaü, il fut frappé de la crainte qu'inspire l'éclat de ma puissance. Les Arabes (?) et les principaux de ses sujets, qu'il avait fait entrer dans sa ville royale d'Ursalimmu pour la défendre, penchèrent pour le tribut. Avec 30 talents (900 kilogrammes) d'or, 800 talents (2400 kilogrammes) d'argent, *nisikti*, des escarboucles (?), des *daggussi*, de grandes pierres de X, des lits (ornés) d'ivoire, de grands trônes (ornés) d'ivoire, des peaux d'éléphant, des dents (défenses) d'éléphant, du bois d'*usu*, du bois d'*urkarinnu*, autant de choses précieuses, (avec tout cela) il fit venir à ma suite à Ninua (Ninive), ma capitale, de ses filles, des femmes de son palais, des musiciens (?), des musiciennes (?). Et (dans la suite), il envoya son ambassadeur pour offrir les présents et faire (mon service) (1). »

Teglatphalasar II et Assurbanipal se contentent de ran-

(1) *Prisme de Taylor*, col. IV, 11-41.

ger Juda parmi les pays tributaires. Asarhaddon dit de plus, dans un passage cité plus haut, que le roi Manassé, avec vingt et un autres princes du littoral et de Chypre, fournit des matériaux pour la construction d'un palais à Ninive. Sargon et Sennachérib insistent sur les caractères particuliers de leur province de Judée : Sargon *soumit le pays de Yaüdu dont le site est lointain* (1), et Sennachérib *imposa l'obéissance à Khazayiaü roi de Yaüdi, vaste contrée* (2). Et de fait, Ézéchias, d'après la relation de Sennachérib aussi bien que de la Bible, était le prince le plus puissant et le plus riche de la côte syrienne. Il était suzerain d'Accaron et y combattait l'influence assyrienne, particularité notée par Sennachérib, et conforme à ce que dit la Bible des victoires remportées par Ézéchias sur les Philistins. Il avait en outre rangé sous son autorité, moitié de gré, moitié de force, la population israélite encore nombreuse de l'ancien royaume d'Israël. Cette persistance d'un élément juif très considérable, et même prépondérant, au milieu des colonies assyriennes de la Palestine du Nord, que nous avons démontrée ailleurs, a été niée sous prétexte qu'elle reposait uniquement sur le livre de Judith : on n'a pas pris garde qu'elle est formellement reconnue dans les Rois et les Paralipomènes, dont nous invoquons principalement les témoignages (3). Du reste on va voir qu'après

(1) *Inscription de Nimrud*, I. 8. — Cette inscription s'étend principalement sur la restauration du palais d'Assurnatsirpal à Kalakh. Les dernières lignes (21, 22), donnent une haute idée de la prospérité du petit royaume de Carchémis : « Je déposai dans ce trésor (du palais d'Assurnatsirpal) 11 talents 30 mines (345 kilogrammes) d'or, 2100 talents 20 mines (63 000 kilogrammes) d'argent, grande prise faite sur Pisiri, roi de Kargamis, au bord du fleuve Burattu (Euphrate), au pays de Khatti, que j'avais fait prisonnier. » — Le soin pieux que Sargon met à réparer les ruines du palais d'Assurnatsirpal, suivant la prière que les rois d'Assur adressent souvent à leurs descendants, montre bien que Sargon et les Sargonides, contrairement à l'assertion d'un assyriologue, croyaient n'avoir aucun intérêt à détruire les monuments de leurs prédécesseurs.

(2) *Inscription de Constantinople*, I. 15.

(3) Nous avons cité les Rois et les Paralipomènes en faveur du livre de Judith qui suppose que la captivité des Hébreux septentrionaux a été par-

Salmanasar III, le destructeur du royaume d'Israël, Sargon trouve encore une nombreuse population indigène à Samarie.

« J'assiégeai, dit-il, et je pris Samirina (hébreu: *Somerôn*, Samarie). Je réduisis en captivité 27 280 habitants. Je mis à part 50 chars (d'objets pris) à eux. Je mis (c'est-à-dire, remis) les autres (habitants) en possession de leurs effets ; je plaçai à leur tête un de mes officiers, et je les soumis au même tribut que le roi précédent. »

Ces lignes sont tirées de l'inscription des Fastes (1). Dans l'inscription dite des Annales, le passage parallèle est mutilé. Voici ce qu'on y lit encore sur chaque ligne :

« ... je fis captifs. 50 chars réservés pour ma royauté...  
... plus que précédemment je fis habiter. Des hommes des pays proie...

... Je leur imposai un tribut comme aux Assyriens (2). »

Sargon semble dire qu'il donna à Samarie une population plus nombreuse qu'auparavant, et qu'il y ajouta des éléments étrangers.

tielle. La critique est de M. J. Darmsteter dans un compte rendu fort bienveillant de notre travail sur les Mèdes (*Revue critique*, 7 avril 1884). — Après la prise de Samarie par Salmanasar (II *Paralipomènes*, xxx, 7-9), Ézéchias exerce l'autorité dans l'ancien royaume d'Israël. Ses envoyés le parcourent et attirent *une grande multitude d'hommes d'Éphraïm, de Manassé, d'Issachar et de Zabulon*. (10-18). Le verset 18 n'est pas traduit exactement par la Vulgate. Ézéchias va bientôt lui-même purger de leurs idoles et de leurs autels profanes le territoire d'Éphraïm et de Manassé (xxxI, 18). Josias, petit-fils d'Ézéchias, joue le même rôle que son aïeul dans les dix tribus (II *Rois*, 15-20). Sous son règne, la tribu de Manassé, la tribu d'Éphraïm, et *tous les restes d'Israël* contribuent par des dons volontaires à la restauration du temple de Jérusalem (II *Paralipomènes*, xxxiv, 9).

(1) Lignes 23-25. — M. Schrader traduit : « J'assiégeai, je pris la ville de Samarie. J'emmenai 27 280 de ses habitants. Je leur pris cinquante chars (pour moi) ; je mis (mes sujets) en possession du reste de leurs biens. Je plaçai à leur tête mon lieutenant, je leur imposai le tribut du roi précédent. » Suppléer ainsi *mes sujets* dont l'idée n'est pas suggérée par le contexte nous semble violent. De plus le mot *sittuli* dans les réécits analogues, et ils abondent, signifie *le reste du peuple*, dont on a compassion d'ordinaire, par opposition aux soldats et aux chefs qu'on traite plus sévèrement.

(2) Botta, *Monument de Ninive*, pl. 70, ll. 2-4.

Les Fastes, à la suite du passage cité, racontent trois autres guerres. Ils passent alors à la révolte du roi d'Amat, dans laquelle Samirina reparait.

« Yaübihdi d'Amat révolta contre moi les villes d'Arpadda, de Tsimirra, de Dimasqa (Damas), de Samirina (1). »

Sargon vainquit Yaübihdi, le tua et châtia les chefs de la révolte dans les villes alliées. A cette date Samarie avait donc encore une partie de ses habitants primitifs. Car la révolte serait attribuée contre toute vraisemblance à des colons étrangers, imposés au pays et liés d'intérêt avec leurs maîtres.

On s'est donné une peine infinie pour concilier avec les données de Sargon la Bible qui attribue la prise de Samarie et la déportation des Israélites à son prédécesseur Salmanasar III. Mais la chose est des plus simples. Salmanasar III prit Samarie, et Sargon la reprit par deux fois. Des faits analogues abondent dans les inscriptions. C'est ainsi qu'on a vu Sidon prise par Sennachérib et reprise par Asarhaddon. Si Samarie n'a pu être subjuguée par Salmanasar III, se révolter ensuite et être ramenée à l'obéissance par Sargon, comment se fait-il que ce dernier ait eu à la soumettre deux fois? Et s'il est question d'un seul et même événement dans la Bible et dans les textes assyriens, pourquoi Sargon, qui nomme jusqu'au plus petit prince vaincu dans les deux grands récits des Fastes et des Annales, ne dit-il pas un mot d'Osée, roi de Samarie à l'époque du siège raconté par la Bible? D'ailleurs on interprète d'ordinaire la Bible avec trop de liberté en ce qui concerne les suites de la prise de Samarie. On croit y lire que Salmanasar emmena en captivité presque tous les habitants de la Palestine du Nord, mais elle dit seulement que Salmanasar *déporta Israël* (2), et il faut laisser à l'expression le vague qu'elle comporte.

(1) Lignes 33-35.

(2) Il *Rois*, xvii, 6.

Il est certain néanmoins qu'un grand nombre d'Israélites du Nord furent transportés en Mésopotamie, en Assyrie et en Médie ; et qu'on établit à leur place des colons venus surtout de Babylonie et d'Élam. La Bible attribue le fait au *roid'Assur*, sans préciser davantage. Les colons eux-mêmes, après la captivité, se croyaient redevables de leur établissement en partie du moins, à Asarhaddon et à Asenaphar, qu'on croit retrouver dans Assurbanipal. Quoi qu'il en soit, Sargon, avant eux, avait amené de nouvelles tribus dans l'ancien royaume d'Israël (1). Il dit :

« Les Ibadidi, les Marsimani, les Khayapai, arabes lointains, habitants du désert, que les savants (?) et les lettrés (?) ne connaissaient pas, qui n'avaient jamais apporté leur tribut aux rois mes pères, par la protection d'Assur, je les exterminai. J'enlevai ceux qui restèrent *et les établis dans la ville de Samirina* (2). »

Au lieu des mots soulignés, une autre relation porte : *je les jetai dans le Bit-Khumria* (3).

*Bit-Khumri*, ou *Bit-Khumria*, et *mat Khumri* (a), maison d'Omri, pays d'Omri (Vulgate : *Amri*), sont les noms ordinaires pour désigner le royaume d'Israël. Le pays de Khumri est au nombre des contrées syriennes qui paient tribut à Ramannirar III : *Tsurru* (Tyr), *Tsidunnu* (Sidon), *Khumri* (Omri), *Udumu* (Édom), *Palasta* (pays des Philistins) (4). Salmanasar II donne une place importante entre ses vassaux à *Yaiia* (Jéhu), *fiis de Khumri*, dont il reçoit *des objets en or et en argent, des bassins (ou patères) d'or, des aiguères d'or, des gobelets d'or, des seaux d'or, des objets en étain, un sceptre royal, une lance* (5). Teglatphalasar II détrôna *Paqakha* (en hébreu, *Péqakh*, Phâcée) *de Bit-Khumria*, et mit à sa place *Ausî* (Osée) ; il reçut les présents de

(1) *Esdras*, IV, 2, 10.

(2) Botta, *Monument de Ninive*, pl. 75, ll. 3-5.

(3) *Cylindre de Sargon*, l. 20.

(4) *Inscription A de Ramannirar III*, l. 12.

(5) *Obélisque*. Épigraphe 2.

*Minikhimmi* (Ménahem) de *Samirina* (1). Ce dernier nom se trouve joint à celui de Bit-Khumria dans plusieurs textes : Sargon *ravage Samirina et toute la maison de Khumria*; ailleurs, *la vaste maison de Khumria* (2).

Le roi *Akhabbu sirhalai*, vaincu en même temps que d'autres princes syriens par Salmanasar II, a été généralement identifié avec Achab d'Israël, l'ethnique *sirhalai* étant censé signifier *israélite* (3).

On a identifié longtemps avec Samarie une ville dont le nom se lisait *Usimuruna*, et qui eut pour roi un *Minikhimmi*, Ménahem. Mais on pouvait lire non moins bien *Samsimuruna*, et la variante décisive *Sa-am-si-mu-ru-na*, constatée ultérieurement, en justifiant cette lecture, a rendu impossible l'identification proposée. Samsimuruna n'est point Samarie. Le nom d'un de ses rois, *Abibahal*, semble indiquer une principauté phénicienne (4).

Outre Samarie, Elteqê et Timnâ, les inscriptions signalent encore, parmi les villes du royaume d'Israël, *Magadû* ou *Magidû* (5), sans aucun doute Mageddô, de la tribu de Manassé, dans la plaine de Jezraël, et *Apku proche de Samirina* (6). *Apku*, dépouillé de sa désinence assyrienne, rappelle *Apheq*, nom de quatre villes en Palestine. Comme Asarhaddon (ou Assurbanipal) passe par Apku en allant de Tyr aux frontières d'Égypte, sans rencontrer d'obstacle, libre par conséquent de suivre le chemin le plus commode, on ne peut pas songer à Apheq, aujourd'hui

(1) *Cun. Inscr. of West. Asia*, t. III, pl. 10, n° 2, ll. 25-29; Layard, *Inscriptions*, pl. 50, l. 10.

(2) *Inscription des Taureaux*, l. 21.

(3) *Stèle de Kurkh*, ll. 91.

(4) Samsimuruna figure parmi les vingt-deux royaumes tributaires d'Asarhaddon et d'Assurbanipal.

(5) *Cun. Inscr. of W. A.*, t. II, pl. 53, n° 3, l. 56. et n° 4, l. 58.

(6) Voir le fragment d'Asarhaddon (ou d'Assurbanipal) publié par M. Boscawen dans les *Transactions of the Soc. of Bibl. Arch.*, t. IV, pp. 90-95. Le passage concernant Apku se lit au recto du fragment, l. 16. Cf. *Cun. Inscr. of West. Asia*, t. III, pl. 35, n° 4, recto, ll. 11 et 12.

Afqa, aux sources de Nahr-Ibrahim dans le Liban septentrional, ni à Apheq à l'est de la mer de Galilée, ni à Apheq dans la montagne de Juda. Il faut donc se décider avec M. Fried. Delitzsch pour Apheq de la tribu de Manassé, dans la plaine de Jezraël.

Une distance de trente *kasbu-qaqqar* sépare Apku de Rhapikhi (Raphia) à la frontière d'Égypte. De cette donnée et de l'itinéraire probable d'Asarhaddon (ou d'Assurbanipal) par Mageddó, Joppé, Azot, Gaza, M. Fried. Delitzsch déduit la longueur approximative du *kasbu-qaqqar*. Trente *kasbu-qaqqar* valent à ce compte 24 3/4 milles allemands ou près de 184 kilomètres, et le *kasbu-qaqqar* plus de six kilomètres.

Les pays d'Ammon, de Moab et d'Édom, que nous avons rattachés à la Palestine, sont nommés en passant dans les inscriptions. Ils figurent dans plusieurs des listes citées précédemment; on les rencontrera encore en suivant Assurbanipal à la poursuite des tribus arabes.

(*La suite prochainement.*)

A. DELATTRE, S. J.

---

LA NOUVELLE

# THÉORIE COSMOGONIQUE

DE M. FAYE

---

Au temps où Laplace publiait dans son *Exposition du système du monde*, la célèbre théorie cosmogonique qui porte son nom, on ne connaissait ni l'existence de la planète Neptune et de son satellite, ni la direction du mouvement des satellites d'Uranus. Le grand géomètre, partant de ce fait que, de Mercure à Saturne, toutes les planètes accomplissent leur mouvement de rotation dans le même sens que leur mouvement de translation, et que leurs satellites évoluent dans ce même sens autour d'elles, en avait conclu que c'était là une loi générale et absolue. D'après lui, le calcul des probabilités démontrait que, si l'on venait à découvrir, quelque part dans notre système solaire, un nouveau satellite ou une nouvelle planète, il y aurait des milliers de milliards à parier contre un que la circulation de ce satellite ou la rotation de cette planète serait *directe*, comme toutes les autres, — « ce qui forme, disait-il ailleurs, une probabilité très supérieure à celle des événements historiques sur lesquels on ne se permet aucun doute (1). »

(1) Introduction à la Théorie des probabilités, p. LXXII.

Hélas, ici comme en plusieurs autres cas, ce fut le *un* qui eut raison contre les milliers de milliards.

L'observation ultérieure des satellites d'Uranus permit de constater que ces astres évoluent autour de leur planète en sens inverse de la translation de celle-ci, qui elle-même exécute son mouvement de rotation dans le même sens que ses satellites. Ce fait renversait la prétendue certitude invoquée par Laplace. Du même coup il ébranlait singulièrement sa théorie cosmogonique, fondée tout entière sur l'hypothèse d'une immense atmosphère solaire tournant tout d'une pièce avec son noyau central, et aux dépens de laquelle se serait formé successivement le petit monde de chaque planète, à commencer par les plus extérieures. Dans cette théorie, en effet, toutes les planètes se seraient formées de la même manière ; par suite, toutes leurs rotations et toutes les révolutions de leurs satellites devraient s'opérer dans le même sens. Tout mouvement *rétrograde*, formant une exception à cette uniformité obligatoire, forme par cela même une objection péremptoire contre la théorie.

Cette objection devint beaucoup plus forte encore après la découverte de Neptune et de son satellite ; car le mouvement de celui-ci est, si l'on peut ainsi parler, bien *plus* *rétrograde* encore que celui des satellites d'Uranus.

Pour bien comprendre cette étrange proposition, et pour nous représenter exactement les divers mouvements giratoires de notre système solaire, il sera bon d'introduire ici la notion de ce qu'on appelle les *axes* de ces mouvements.

Quand un point mobile (comme, par exemple, le centre de gravité d'une planète ou d'un satellite, ou encore un point de la surface d'une planète qui tourne sur elle-même) parcourt dans un plan une courbe fermée (circulaire, elliptique, ou de toute autre forme), on peut toujours supposer qu'un spectateur, placé perpendiculairement à ce plan, les pieds à l'intérieur de la courbe fermée, voit le mouvement

s'opérer *de droite à gauche* ; car, dans le cas contraire, il suffirait de renverser la position de ce spectateur, de porter sa tête de l'autre côté du plan, pour qu'aussitôt il voie les déplacements s'exécuter dans ce plan dans le sens indiqué. Cela posé, la droite qui, *partant* alors des pieds du spectateur, passe par son corps pour s'éloigner perpendiculairement du plan, s'appelle l'*axe* de la révolution du point mobile.

Ainsi, l'axe de la révolution de la Terre autour du Soleil est une droite qui, partant du plan de l'écliptique à l'intérieur de l'orbite terrestre, s'avance vers l'hémisphère *nord* de la sphère étoilée. — C'est vers ce même hémisphère que se prolonge l'axe de la rotation terrestre. Seulement, ce second axe n'est pas parallèle au premier. Les deux axes comprennent entre eux un angle d'un peu plus de  $23^{\circ}$  ; c'est-à-dire que, si d'un point quelconque on fait *partir* deux droites parallèles à ces axes et s'avancant dans le même sens qu'eux, ces deux droites comprendront un angle d'un peu plus de  $23^{\circ}$ .

En appliquant ces notions aux planètes, on trouve que :

1<sup>o</sup> Tous les axes de leurs mouvements de révolution autour du Soleil font des angles *aigus* avec celui du mouvement de la Terre dans son orbite. On peut même dire que ces angles sont généralement très aigus ; car, pour les grandes planètes, leurs deux plus grandes valeurs sont  $3^{\circ} 24'$  (pour Vénus) et  $7^{\circ} 0'$  (pour Mercure) ; et la très grande majorité (169) des 242 petites planètes dont on a calculé les orbites ne donnent que des angles inférieurs à  $10^{\circ}$ , tandis que l'axe le plus incliné de tous, celui de Pallas, ne donne encore qu'un angle inférieur à  $35^{\circ}$ .

2<sup>o</sup> Les axes des rotations du Soleil, de la Lune, et des six planètes jusqu'à Saturne inclusivement font également des angles aigus avec le même axe du mouvement annuel de la Terre. Le plus grand de ces angles (rotation de Vénus) atteint la valeur de  $53^{\circ}$  ; mais les autres sont beaucoup plus petits. On n'a aucune mesure des rotations des petites

planètes. Les satellites de Jupiter et de Saturne paraissent tourner constamment le même hémisphère vers leur planète, comme le fait la Lune par rapport à la Terre; il s'ensuivrait que les angles de leurs axes sur celui de l'écliptique sont également des angles aigus.

3<sup>o</sup> Les révolutions de la Lune et des satellites de Mars, de Jupiter et de Saturne s'exécutent autour d'axes qui font aussi des angles aigus avec l'axe de notre orbite. Pour la Lune, cet angle est d'environ 5°; pour les satellites de Mars, il est d'environ 26°, pour ceux de Jupiter, il dépasse à peine 2°, et pour ceux de Saturne, il reste inférieur à 28°.

4<sup>o</sup> Mais pour les satellites d'Uranus, il dépasse l'angle droit, et atteint 97° et 98°; et enfin, le satellite de Neptune, plus exceptionnel encore, fournit un angle obtus de 145°. Quant aux rotations de ces deux grandes planètes sur elles-mêmes, elles n'ont pas été déterminées avec certitude; mais les faits observés portent à admettre que les axes de ces rotations sont à peu près les mêmes que ceux des révolutions de leurs satellites.

Or, il suffit évidemment de connaître l'angle fait par un axe quelconque avec l'axe de notre orbite, pour décider immédiatement si le mouvement correspondant au premier, projeté sur le plan de l'écliptique, s'opère dans le même sens que celui de la Terre, c'est-à-dire en sens *direct*, ou s'il s'opère en sens opposé, c'est-à-dire *rétrograde*. Il est évident, en effet, qu'à tout angle aigu correspond un mouvement direct, et à tout angle obtus un mouvement rétrograde.

Ainsi donc, contrairement à ce que pensait Laplace et à ce qu'exigeait sa théorie cosmogonique, il y a dans notre système planétaire des mouvements rétrogrades. Les révolutions des satellites d'Uranus et de Neptune en sont des exemples certains, et les rotations de ces deux planètes en sont des exemples probables. La théorie du grand géomètre est donc contredite par les faits découverts après lui.

Un fait d'une autre nature est encore venu l'infirmier. L'un des satellites de Mars, Phobos, tourne autour de sa planète en 7<sup>h</sup> 39<sup>m</sup>, tandis que la planète tourne sur elle-même en 24<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>. Le premier mouvement est donc angulairement trois fois plus rapide que l'autre ; or, c'est le contraire qui devrait être vrai, si la théorie de Laplace était exacte.

## I

Un illustre astronome, M. Faye, vient de présenter une théorie cosmogonique nouvelle ou plutôt rectificative. Le principe premier est toujours le même : l'univers tirant son origine de masses nébuleuses chaotiques, et notre système planétaire se formant peu à peu de l'une d'entre elles. Où la nouvelle théorie se différencie de la précédente, c'est dans le mode et l'ordre de formation des différentes pièces.

C'est le 15 mars 1884, à la Sorbonne, dans une conférence faite à l'*Association scientifique de France*, que le savant Président du bureau des longitudes a, pour la première fois, exposé cette vue nouvelle. Tout récemment, il l'a développée dans un livre spécial (1) où il la présente escortée des principales cosmogonies antérieures, en commençant par celle de Moïse.

L'erreur de Laplace a consisté d'abord à ne pas établir de distinction entre la cause qui relie au mouvement de rotation de la planète la direction du mouvement de translation de ses satellites autour d'elle d'une part, et de l'autre la cause analogue mais distincte qui oblige toutes les planètes à exécuter leur révolution autour du Soleil dans le même sens, qui est celui de la rotation de l'astre central.

(1) *Sur l'origine du monde. — Théories cosmogoniques des Anciens et des Modernes*, par H. Faye, de l'Institut — In-8° de 260 pages. 1884. — Paris, Gauthier-Villars.

De ce que les planètes évoluent dans ce sens, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'elles doivent exécuter le mouvement rotatoire dans la même direction, comme l'avait cru Laplace. En second lieu le grand géomètre assimilait la nébuleuse primitive à une atmosphère adhérente à un noyau central dont toutes les couches auraient pesé les unes sur les autres en vertu de l'attraction vers le centre ; alors que, dans un anneau nébuleux, « chaque couche concentrique n'exerce aucune pression sur la suivante, parce que, dans toute évolution suivant les lois de Képler, la force centrifuge équilibre exactement la tendance vers le centre. » D'où il résulte que, dans l'hypothèse d'un anneau nébuleux tournant autour d'un noyau, la vitesse de chaque molécule ne croît pas en raison de la distance au centre, mais décroît au contraire « en raison de la racine carrée de cette même distance (1). » Il s'ensuit que, avec le mode de formation proposé par Laplace, ce ne seraient pas seulement les satellites d'Uranus et de Neptune qui devraient avoir une révolution rétrograde, mais également ceux de toutes les autres planètes. Car, dans l'anneau générateur de chacune d'elles, la vitesse linéaire des molécules extérieures eût été moindre, celle des molécules intérieures plus grande ; d'où il fût résulté, lors de la rupture de cet anneau, un mouvement giratoire en sens inverse de son mouvement de translation. C'est ainsi que les choses se sont passées pour Uranus et Neptune, comme on le verra plus loin. Mais il n'en est pas de même pour les autres planètes.

Il faut donc trouver, à la formation de l'univers, une autre explication que celle qu'en avait donnée Laplace, quelque séduisante qu'elle soit par sa simplicité. Non seulement des faits constatés depuis restent inexpliqués, mais ils paraissent en contradiction avec elle ; et de plus, comme on vient de le voir, quelques-uns des principes sur lesquels elle s'appuie sont erronés.

(1) *Sur l'origine du monde*, p. 190, *in fine*.

Pour déduire sa théorie nouvelle, M. Faye emprunte quelque chose à l'hypothèse des tourbillons, de Descartes. Fausse, en tant que s'appliquant à l'état actuel et permanent de notre système planétaire et des autres systèmes répandus dans l'espace, la théorie des tourbillons, trop décriée et trop abandonnée à la suite de la révolution opérée dans la science par le génie de Newton, reste plausible si on l'applique seulement à l'état initial et originaire de ces divers systèmes. D'ailleurs, comme le fait remarquer

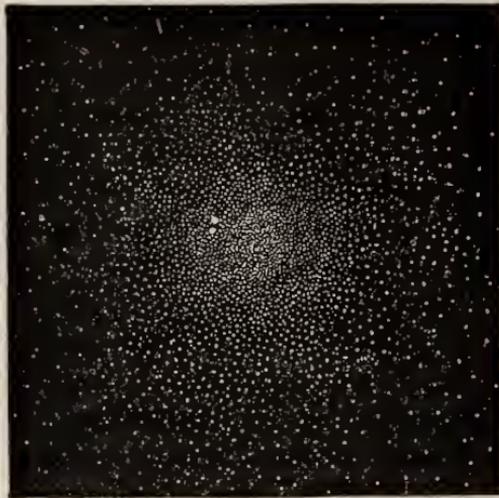


Fig. 1. — Nébuleuse globulaire d'Hercule.

M. Faye, la science de nos jours n'est-elle pas revenue à plusieurs des idées cartésiennes? Qu'est-ce que la féconde conception de l'éther qui remplit l'espace et propage la chaleur et la lumière; qu'est-ce que celle qui ramène ces phénomènes ainsi que ceux de l'électricité, du magnétisme etc. à de simples mouvements vibratoires des molécules ou des atomes, sinon du cartésianisme véritable? Enfin n'avons-nous pas, dans le spectacle d'un grand nombre de

nébuleuses que découvre le télescope et que pénètre l'analyse spectrale, un exemple frappant de ces mouvements tourbillonnants? Que l'on observe la nébuleuse de la Vierge, cette magnifique série de spires divergeant toutes d'un centre commun; et la nébuleuse des chiens de chasse, cette autre association de spirales, mais à double centre ; les nébuleuses de Pégase et du Lion, autres masses nébulaires où la



Fig. 2. — Nébuleuse du Lion.

séparation en anneaux de la matière lumineuse commence à s'accuser si nettement; enfin celle d'Andromède, parvenue à une forme ellipsoïdale presque régulière et offrant à son centre une condensation déjà fort accentuée. Les mouvements que révèlent la forme et la disposition de ces objets sidéraux ne sont-ils pas de véritables mouvements tourbillonnants analogues à ceux qui se forment en petit sur nos cours d'eau ou dans notre atmosphère à la rencontre de deux courants de vitesses différentes ou de directions opposées?

Si donc la théorie des tourbillons a été, dans sa généralité, ruinée par Newton, « il y a dans ses débris, dit M. Faye (p. 169), d'admirables matériaux dont la science contemporaine ne saurait se passer. » Au temps où vivait Descartes on ignorait la loi de la gravitation universelle, en vertu de laquelle tous les corps pondérables, et jusqu'à leurs moindres molécules, tendent les uns vers les autres



Fig. 3. — Nébuleuse d'Andromède.

en raison directe de leurs masses et en raison inverse du carré de leurs distances réciproques. De là vient que le grand philosophe a dû expliquer le mouvement, même actuel, des astres autour de leurs soleils, par l'existence d'une matière fluide uniformément répandue partout, et dont les tourbillonnements auraient entraîné les corps sidéraux dans leurs mouvements giratoires à la manière

dont un remous dans une rivière, un tourbillon dans un fleuve entraînent les feuilles mortes, les menus morceaux de bois et autres détritiques flottant à la surface de l'eau. Par la connaissance de la gravitation universelle, nous savons que, si la matière de notre monde planétaire a pu exister, à un moment donné, à l'état chaotique, c'est-à-dire disséminée en une masse fluide d'une rareté extrême, la seule gravitation mutuelle des particules clairsemées qui la composaient a dû la concentrer vers un ou plusieurs centres, de manière à donner peu à peu naissance à des corps plus ou moins volumineux. On observe dans l'espace, à l'aide des lunettes, un grand nombre de ces brumes gigantesques, faiblement lumineuses, qui sont des chaos, germes d'univers à venir. Nous avons, tout à l'heure, cité quelques-uns de ces embryons de mondes à divers degrés de développement. On pourrait en indiquer d'autres, comme la nébuleuse de la Lyre, où les spires d'un tourbillon se sont régularisées et transformées en anneaux nébuleux concentriques animés d'un mouvement de rotation commun; d'autres encore qui présentent l'avant-dernière phase de cette série de transformations, prêtes à engendrer un ou plusieurs soleils diversement groupés, ou des systèmes d'étoiles extraordinairement compliqués, comme ceux que l'on distingue à travers les constellations du Toucan et du Centaure (Voir, plus loin, fig. 6).

Pour nous en tenir à notre petit système solaire, il s'agit de rechercher comment un mouvement tourbillonnant plus ou moins confus de la nébuleuse originaire aura pu se régulariser de manière à donner naissance à des anneaux circulaires et concentriques, situés à peu de chose près dans un même plan et dont les condensations successives ont abouti, par la suite des temps, aux planètes et aux satellites.

Si nous supposons que cette nébuleuse génératrice, affranchie d'ailleurs de toute action extérieure, avait primitivement la forme sphérique et était homogène en toute

son étendue, ce phénomène s'explique facilement. La mécanique démontre que, dans un pareil ensemble, la pesanteur interne résultant des forces attractives de toutes les molécules varie en raison directe de la distance au centre. En vertu des mêmes lois mécaniques, les particules mobiles, composant ce milieu d'une rareté inimaginable, « décri-

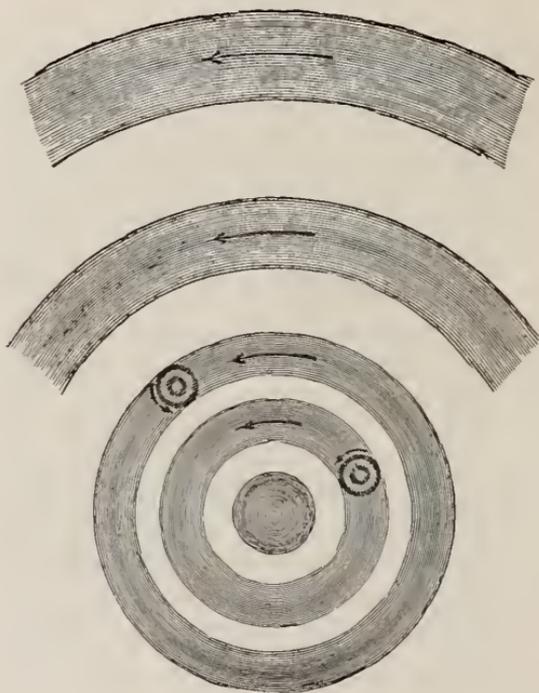


Fig. 4.

vent nécessairement des ellipses ou des cercles autour de ce centre *dans le même temps*, quelle que soit leur distance à ce centre. » L'existence d'un système d'anneaux tournant tous ensemble d'un même et unique mouvement de rotation, avec une même et unique vitesse angulaire, se concilie donc parfaitement avec ce genre de pesanteur. Pour peu qu'un mouvement tourbillonnant ait préexisté, quelques-unes de ses spires, grâce à la résistance du milieu,

devront peu à peu se transformer d'elles-mêmes en un tel ensemble d'anneaux, et, pendant ce temps, « l'énorme quantité de matériaux qui au sein de la nébuleuse primitive, ne se trouvaient pas engagés dans les anneaux, iront peu à peu se réunir au centre, très lentement d'abord, plus tard très vite ; ils donneront naissance à un globe central, le Soleil, tournant sur lui-même dans le même sens et dans le même plan » que les anneaux. Mais ces anneaux eux-mêmes, par l'effet de l'attraction de leurs particules entre elles, sont dans un état d'équilibre généralement instable ; ils tendent à se briser et à se ramasser chacun en une masse sphérique qui absorbe peu à peu tous les matériaux de l'anneau, et qui se trouve nécessairement animée d'une rotation de même sens. Chaque petite sphère ainsi formée sera le théâtre des mêmes phénomènes que la sphère génératrice : elle se résoudra en anneaux concentriques, puis en un globe central, et ses anneaux se condenseront pareillement en sphères très petites évoluant autour dudit globe central, leur planète, toujours dans le même sens. Les anneaux de Saturne, qui, eux, par suite sans doute de leur très faible épaisseur et de la rapidité extrême de leur mouvement, ne se sont pas brisés et condensés en sphères, nous donnent un exemple frappant de cette marche des choses.

Jusqu'ici cette théorie nouvelle ne diffère de celle de Laplace qu'en ce que les anneaux se seraient formés à l'intérieur même de la nébuleuse génératrice, sans condensation préalable de celle-ci ; de telle sorte que le noyau central primitif serait résulté des délaissés des anneaux, bien loin de leur avoir donné naissance. Elle n'explique pas encore le mouvement de giration rétrograde des petits mondes d'Uranus et de Neptune.

Nous allons y arriver.

Tant que la nébuleuse primitive de forme sphérique reste homogène en tous ses points, sa décomposition partielle en anneaux circulant autour du centre n'y change

rien à la loi de la pesanteur interne : celle-ci s'exerce toujours *en raison directe de la distance* au centre, d'où résulte l'égalité du mouvement angulaire des particules composant les anneaux, et le mouvement de giration direct des globes et systèmes de globes formés à leurs dépens. Mais le partage de la nébuleuse en anneaux concentriques ne se fait pas de telle façon que tous les matériaux qui la composent soient absorbés par ces mêmes anneaux. Les particules, beaucoup plus nombreuses, qui n'entraient pas dans les spires du tourbillon, étant animées de vitesses tangentielles beaucoup moindres, ne parcourent pas des cercles, mais des ellipses plus ou moins allongées. Le centre de toutes ces ellipses est le centre même de la nébuleuse, et elles sont toutes parcourues dans le même espace de temps ; mais les mobiles qui les suivent, en se rapprochant périodiquement du centre dans le voisinage de leurs petits axes, sont exposés à des chocs nombreux, qui changent en chaleur une partie de leur force vive et, par suite, resserrent de plus en plus les ellipses, et amènent une *concentration* progressive, une augmentation continue de la densité et de la chaleur dans le voisinage du centre. C'est ainsi qu'il se forme un noyau, un globe central, aux dépens de toutes les parties qui n'ont pas été entraînées dans les mouvements circulaires des anneaux.

Alors, par l'action de cette masse centrale, la pesanteur suit une loi nouvelle : elle s'exerce désormais sur les mobiles situés au dehors de cette masse en raison inverse du carré de leur distance au centre. En de telles conditions le mode de rotation des anneaux de matière nébulaire change complètement sans pour cela nuire à leur existence. Au lieu de tourner tout d'une pièce avec même vitesse angulaire dans toutes ses parties, l'anneau se meut avec des vitesses plus grandes à l'intérieur qu'à l'extérieur. En effet les particules du bord extérieur sont maintenant moins attirées que celles du cercle médian, lesquelles seront à leur tour moins attirées que celles du bord intérieur. Leurs

vitesses décroîtront par suite, et dans un rapport inverse aux racines carrées de leurs distances au centre. Il en résultera que les particules intérieures seront en avance sur celles du milieu, tandis que celles du bord extérieur seront en retard. Par conséquent, lors de la rupture de l'anneau, l'impulsion pour son enroulement en sphère se trouvera dirigée de l'intérieur à l'extérieur, c'est-à-dire dans le sens précisément contraire à celui de la translation autour du globe central. La sphère ainsi formée continuera donc son mouvement de translation dans le sens direct, tandis que sa rotation prendra la direction rétrograde. Une fois ce dernier mouvement établi, il est clair que la petite sphère abandonnant à son tour des anneaux, ceux-ci et les globes qui naîtront d'eux tourneront dans le même sens qu'elle autour de son axe, et par conséquent aussi dans le sens rétrograde.

Il se dégage de là une première conséquence rigoureuse : c'est que, puisque de Mercure à Saturne toutes les planètes tournent sur leur axe dans le sens direct, leurs satellites évoluant dans le même sens, il faut que les anneaux nébulaires dont ces astres sont issus se soient détachés et enroulés en sphères planétaires avant la formation du globe central, alors que les particules composantes exécutaient leur mouvement de révolution autour du centre avec des vitesses croissant proportionnellement à leur distance à ce centre. En d'autres termes, la formation de toutes les planètes comprises, avec Saturne, dans l'orbite de celle-ci, a précédé la formation du Soleil. La Terre est donc plus ancienne que l'astre qui l'éclaire aujourd'hui. Voilà, pour le dire en passant, une confirmation assez inattendue de cette partie du récit de la Genèse qui place la formation de l'astre du jour après celle du globe qui nous porte. On avait jusqu'ici expliqué cette apparente anomalie par des interprétations qui étaient et qui restent fort plausibles et fort légitimes ; mais on ne s'attendait pas à ce que le fait matériel de la formation du Soleil après la Terre serait

un jour une conséquence nécessaire d'une belle théorie scientifique.

On pressent maintenant, sans doute, l'explication de la

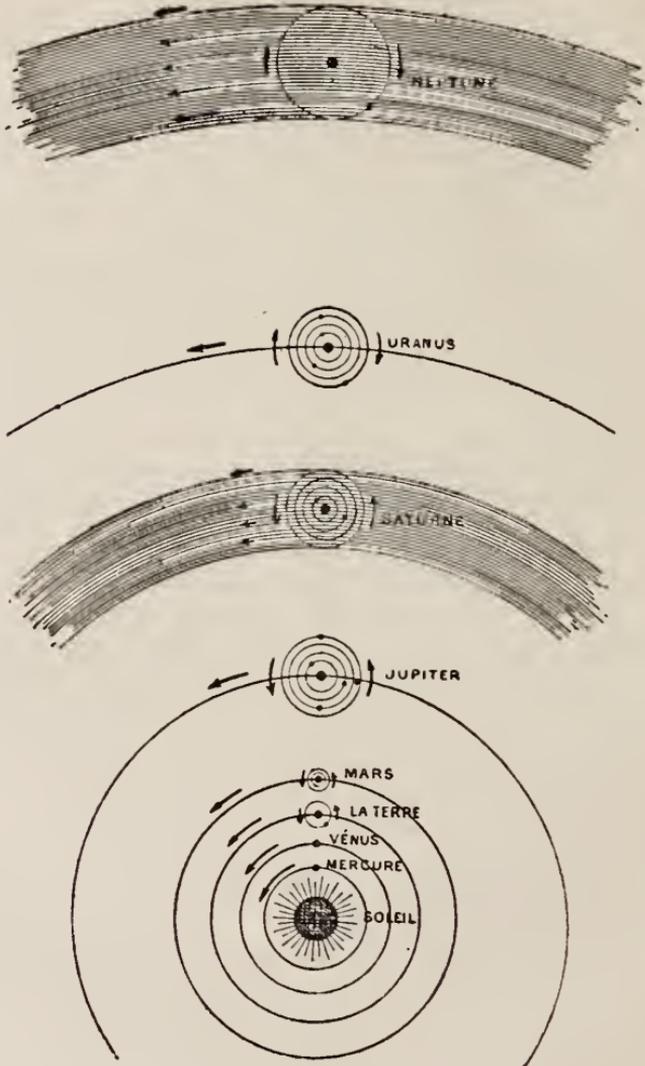


Fig. 5.

rotation rétrograde d'Uranus, de Neptune et de leurs satellites. Les anneaux dont ces mondes lointains sont issus ne se sont détachés, ou du moins ne se sont brisés et enroulés

en globes planétaires, qu'après la formation des planètes intérieures, et alors que le Soleil était déjà formé, ou assez avancé dans sa formation pour changer la loi d'attraction dans la nébuleuse. Alors s'est produite dans les anneaux cette inégalité de vitesse angulaire dont nous venons de parler, accélérant le mouvement dans leur zone intérieure, le ralentissant dans leur zone extérieure, et finalement amenant, lors de la rupture, une rotation rétrograde. Il est même possible d'expliquer la différence d'inclinaison des plans de révolution des satellites des deux planètes extrêmes. Le monde de Neptune, incliné en arrière de 34 degrés sur le plan de l'orbite de la planète, a vraisemblablement pris naissance alors que l'attraction du globe central était dans toute sa prépondérance à cette distance ; tandis que le monde uranien, presque perpendiculaire au plan de l'orbite et n'accusant que d'une manière peu sensible la giration rétrograde, a dû naître lorsque la concentration de ce globe commençait seulement à se faire sentir. Formé plus tôt, il eût incliné l'axe de sa révolution du même côté que les axes des planètes antérieures ; venu plus tard, il l'eût incliné franchement du côté opposé, comme Neptune. On peut dire qu'il représente la transition entre le mode de formation des planètes intérieures et celui de la zone planétaire extérieure.

Ainsi, à la différence de la théorie de Laplace :

1° Les planètes auraient pris naissance dans l'intérieur de la nébuleuse génératrice, du centre à la périphérie, les plus lointaines étant les dernières venues ;

2° Le Soleil serait de formation plus récente que tous les petits mondes planétaires qui l'entourent jusqu'à celui de Saturne inclusivement ;

3° Seules, les planètes extérieures à cette dernière, auraient une origine conforme à la théorie de Laplace, d'après laquelle toutes les planètes sans exception devraient en réalité tourner sur elles-mêmes dans le sens rétrograde.

M. Faye a représenté par des notations algébriques très

simples les lois de cette formation de notre système solaire supposé à l'état primitif d'un amas sphérique et homogène de matières raréfiées.

Appelons  $r$  la distance d'un point quelconque de la sphère nébuleuse à son centre, et  $A$  une constante, c'est-à-dire ici une quantité qui ne varie pas avec  $r$ . La pesanteur à l'intérieur étant, dans cette sphère homogène, proportionnelle à la distance au centre, aura pour expression  $A r$ .

Considérons maintenant le globe résultant de la condensation centrale de tout ce qui, dans la nébuleuse primitive, n'a pas concouru à la formation des planètes et de leurs satellites. Ce globe, qui n'est autre que le Soleil, représente les  $\frac{699}{700}$  de la masse totale, les anneaux qui se sont détachés du centre dans le plan équatorial pour former les mondes planétaires, n'ayant, comme on l'a vu, absorbé que  $\frac{1}{700}$  de cette masse. L'attraction sur tout point extérieur à celle-ci s'exerce en raison inverse du carré de la distance. Son expression sera donc  $\frac{B}{r^2}$ ,  $B$  étant également une constante.  $A r$  et  $\frac{B}{r^2}$  représentent donc les deux états extrêmes de notre groupe sidéral, 1° à l'état de nébuleuse sphérique et homogène, 2° à l'état de système planéto-solaire achevé.

Or, pour passer de l'état représenté par la première expression à l'état représenté par la seconde, l'objet sidéral en question a dû traverser tous les états intermédiaires, états dans lesquels la quantité  $A$  a été toujours en diminuant et la quantité  $B$  en augmentant. Les états intermédiaires de la pesanteur entre les deux états extrêmes peuvent être représentés par la somme des deux expressions  $a r + \frac{b}{r^2}$  dans laquelle, à mesure que les siècles s'écoulaient,  $a$  allait en diminuant, partant de la valeur  $A$  pour arriver à zéro, tandis que  $b$  augmentait toujours, partant de zéro pour arriver à  $B$ .

La théorie de Laplace n'expliquait pas ou expliquait mal l'existence et le fonctionnement des comètes. Celle de M. Faye en donne une explication tout au moins accepta-

ble et plausible. Ces astres errants proviendraient de parcelles de la nébuleuse primitive groupées par de petites condensations locales qui se seraient réalisées plus ou moins loin du centre et auraient échappé à la concentration solaire. Ceux de ces corpuscules qui se seront trouvés les plus éloignés du tourbillonnement partiel, situé sur le plan équatorial, auront formé des comètes à orbites très excentriques et fortement inclinées sur ce plan, les unes dans le sens direct et les autres dans le sens rétrograde, indifféremment. Quant aux comètes provenant de condensations partielles formées à proximité de ce plan, comme elles ont probablement participé dès l'origine au tourbillonnement générateur des planètes, elles devront le plus souvent être elles-mêmes directes. Or, si l'on consulte un catalogue des comètes, on trouve 115 de ces brumes lumineuses dont les orbites sont inclinées sur l'écliptique de  $60^{\circ}$  à  $90^{\circ}$  : de celles-là 55 sont directes et 60 rétrogrades, ce qui confirme la première condition prévue. On rencontre aussi 50 comètes voisines de l'écliptique et inclinées seulement de  $0^{\circ}$  à  $20^{\circ}$  : 14 sont rétrogrades et 36 sont directes. On voit que, ici encore, les faits apportent une confirmation à la nouvelle théorie.

## II

Si elle s'arrêtait à ces explications, la nouvelle cosmogonie ne serait pas complète. Elle n'a pas fait connaître jusqu'ici, au moins explicitement, comment et pourquoi la nébuleuse primitive, cet amas brumeux si extraordinairement raréfié, s'est revêtue d'abord d'une pâle clarté, comment le noyau central est devenu finalement, sous le nom de Soleil, le grand dispensateur de la lumière et de la chaleur dans sa sphère d'action. Enfin il importe de savoir comment notre formation planéto-solaire se rattache à la création de l'univers tout entier.

Hâtons-nous de dire que la théorie de M. Faye n'omet aucune de ces explications, aucun de ces détails, et observons d'abord, ce que personne du reste n'ignore plus aujourd'hui, que le Soleil qui nous chauffe et nous éclaire n'est point une exception dans l'univers : il n'est qu'une petite unité au sein de myriades et de centaines de millions d'unités semblables ou plus importantes. Les étoiles qui scintillent au ciel pendant nos belles nuits sont toutes des soleils : à l'œil nu l'on n'en compte que six mille ; mais, avec des télescopes suffisamment puissants, les espaces insondables se montrent partout peuplés, remplis, par une véritable poussière lumineuse dont les innombrables grains sont autant de soleils. Notre voie lactée en contient plusieurs centaines de mille ; mais elle n'est elle-même qu'un modeste amas stellaire auprès d'innombrables autres amas dont beaucoup peuvent être plus considérables encore. On sait aussi que le rapprochement de toutes ces étoiles, de tous ces soleils n'est qu'apparent ; que les distances qui séparent entre elles celles qui semblent les plus voisines, sont représentées par des nombres dont l'imagination s'effraie. C'est par années, siècles et décades de siècles peut-être qu'il faut compter le temps que met à nous parvenir la lumière de ces astres quand elle vient frapper nos yeux ; et nul n'ignore que la vitesse de la lumière est de 75 000 lieues par seconde.

Eh bien, ces soleils innombrables ont tous été, dans l'hypothèse, formés d'une manière analogue (on ne dit pas identique) au nôtre. C'est ici qu'il faut citer les paroles de Descartes, après s'être imaginé transporté dans des espaces tels que l'on y puisse perdre de vue l'univers entier. « Après nous être arrêtés là, dit ce grand génie, en quelque lieu déterminé, supposons que Dieu crée autour de nous tant de matière que, de quelque côté que notre imagination se puisse étendre, elle n'y aperçoive plus aucun lieu qui soit vide. Supposons que, de ces matériaux, les uns commencent à se mouvoir d'un côté, les autres d'un autre, les uns plus

vite, les autres plus lentement, et qu'ils continuent, par après, leur mouvement suivant les lois ordinaires de la nature : car Dieu a si merveilleusement établi ces lois, qu'encore que nous supposions qu'il ne crée rien de plus que ce que j'ai dit, et même qu'il ne mette en ceci aucun ordre ni proportion, mais qu'il en compose un chaos le plus confus et le plus embrouillé que les poètes puissent décrire, elles sont suffisantes pour faire que les parties de ce chaos se démêlent elles-mêmes, et se disposent en si bon ordre, qu'elles auront la forme d'un monde très parfait, et dans lequel on pourra voir non seulement de la lumière, mais aussi toutes les autres choses, tant générales que particulières, qui paraissent dans ce vrai monde (1). »

Maintenant, précisons, avec les données nouvelles que la science a mises au jour depuis le grand philosophe, la pensée qu'il exprime avec une si vive intuition des choses. Supprimons par la pensée ces milliers et ces millions d'astres, tant ceux que nous voyons ou pouvons voir, que ceux qui échappent à nos investigations ; puis supposons la somme de matière qu'ils renferment, autrement dit leur masse totale, diffusée de manière à occuper tous les points de l'espace immense au sein duquel ils sont disséminés. Ce serait une raréfaction incomparablement plus prononcée que celle de notre système solaire supposé étendu en une sphère continue et homogène d'un rayon décuple de la distance de Neptune. Le nombre qui exprimerait une telle étendue échappe à tous nos moyens d'expression et même de perception ; il n'en est pas moins certain que ce nombre existe, qu'il est en lui-même tout à fait déterminé et que conséquemment, quelque colossal qu'il soit, il n'est pas infini.

Arrivé à ces limites extrêmes, il faut bien reconnaître, avec Descartes, une intervention supérieure à la nature. Si, comme le dit excellemment M. Faye dans sa belle

(1) *Discours de la Méthode*, V<sup>e</sup> partie.

Introduction, il est dans la raison d'être et le droit de la science comme dans son esprit de faire reculer l'intervention divine jusqu'à ses dernières limites, il n'en est pas moins de son devoir, lorsqu'elle est enfin parvenue à ce terme où les forces naturelles sont épuisées, de s'incliner devant le souverain Auteur de cette nature et de ces forces. C'est du reste ce qu'elle a toujours fait par l'organe de ses plus illustres représentants; et M. Faye, un esprit libre celui-là, un esprit vraiment dégagé des superstitions pseudo-scientifiques comme de tout parti-pris de secte, n'a garde de manquer à cette tradition de la vraie science. Nous ne saurions résister à la satisfaction de reproduire ici ce remarquable passage de la fin de son Introduction :

« Nous contemplons, dit le savant astronome, nous connaissons, au moins dans sa forme immédiatement saisissable, ce monde *qui, lui, ne connaît rien*. Ainsi il y a autre chose que les objets terrestres, autre chose que notre propre corps, autre chose que ces astres splendides : *il y a l'intelligence et la pensée*. Et comme notre intelligence ne s'est pas faite elle-même, il doit exister dans le monde une intelligence supérieure dont la nôtre dérive. Dès lors, plus l'idée qu'on se fera de cette intelligence suprême sera grande, plus elle approchera de la vérité. Nous ne risquons pas de nous tromper en la considérant comme l'auteur de toutes choses, en reportant à elle ces splendeurs des cieux qui ont éveillé notre pensée, et finalement nous voilà tout préparés à comprendre et à accepter la formule traditionnelle : Dieu, Père tout-puissant, Créateur du ciel et de la terre. »

Nous en sommes donc arrivés à considérer, à l'origine de toutes choses, l'univers entier, l'immensité sidérale sans nulle exception, réduits à un immense amas de matière diffuse, d'une rareté inimaginable, au sein de l'obscurité, du froid et de l'immobilité absolus. Ici, une première question se pose : D'où vient cette matière ? Qui lui a donné l'être ? Elle n'a pu se le donner à elle-même : ce

serait une contradiction dans les termes. Qui l'a créée ? Et comme, d'autre part, en cet état d'immobilité parfaite, elle ne peut pas plus se transformer d'une manière quelconque, se donner une impulsion quelle qu'elle soit, qu'elle n'a pu se créer elle-même, une seconde question se présente immédiatement à la suite de la première : Qui a donné des lois à cette matière informe et vide, à ce chaos gisant au sein des ténèbres ? Qui lui a imprimé l'impulsion première (Pascal eût dit la chiquenaude initiale) par laquelle a été mise en acte, grâce à un magnifique ensemble de lois mécaniques, son organisation en une multitude de mondes ?

A cette double question, une seule réponse rationnelle est possible : c'est celle que, avec Descartes comme avec toute la glorieuse dynastie des vrais savants, nous donne M. Faye. Cette matière vient de Dieu ; les lois qui la régissent, comme l'impulsion initiale qui a mis ces lois en jeu, viennent également de Dieu. Ce point de départ admis, la science humaine n'est pas tenue à davantage. Sa raison d'être et son droit, répétons-le avec l'illustre auteur, sont désormais de rechercher le pourquoi de toutes choses et tous les enchaînements de causes des phénomènes qu'elle constate.

Si donc nous admettons que Dieu ait, par un acte de sa toute-puissance, imprimé le mouvement à la masse chaotique obscure et froide ; qu'il ait, pour nous servir d'une comparaison familière, agité, comme dans un vase, cette immensité fluide entre les parois de l'infini ; aussitôt une multitude de mouvements tourbillonnants naissent au sein du chaos, et la gravitation mutuelle de tous ses éléments provoque une ou plusieurs condensations au sein de chacun de ces tourbillonnements. La masse, uniforme à l'origine, tend ainsi à se subdiviser en une infinité de masses partielles de toute grandeur et de toute forme. C'est de l'une d'elles, arrondie en sphère, que nous avons vu, plus haut, sortir comme d'un véritable œuf cosmique le monde planétaire qui gravite autour de notre soleil.

Mais comment tous ces tourbillons et condensations sont-ils devenus lumineux ? Comment leurs concentrations ont-elles produit ici des foyers de lumière et de chaleur, là des astres opaques qui ne nous envoient qu'une lumière empruntée ? Ces questions ne sont pas sans réponse ; la théorie y pourvoit. C'est ce qui nous reste à exposer. La réponse est appuyée sur les principes féconds de la thermodynamique. On sait que, lorsque la force vive dont un mobile est animé paraît s'être éteinte dans un frottement, un choc, une compression, cette force vive n'est en réalité que transformée sans que la moindre parcelle en ait été anéantie ; elle a pris une forme nouvelle, celle des vibrations moléculaires ou atomiques qui se manifestent à nous par la sensation de chaleur. Nul n'ignore qu'on finit par enflammer deux morceaux de bois sec en les frottant vivement l'un contre l'autre ; que la tête d'un clou enfoncé violemment par un marteau dans un mur ou dans une planche est devenue chaude, et que le marteau lui-même a subi une élévation de température ; qu'enfin une petite colonne d'air vivement comprimée dans un tube s'échauffe au point d'allumer de menus corps facilement combustibles comme des fragments d'étoupe ou d'amadou. L'incandescence subite des étoiles filantes, lorsqu'elles viennent à traverser les régions supérieures de notre atmosphère, n'a pas d'autre cause que la chaleur développée par la rencontre brusque de ces corps animés d'énormes vitesses avec l'air atmosphérique. Les effets produits sont proportionnels aux masses sur lesquelles l'action est exercée, et aux carrés des vitesses des mobiles en jeu. Cette importante transformation, que Newton et son école n'ont point considérée, avait été pressentie par Descartes, quand il énonçait que la chaleur n'est autre chose que « l'agitation des petites parties des corps, et que ce mouvement, étant une fois excité en elles, y doit demeurer jusqu'à ce qu'il puisse être transféré à d'autres corps. »

Dès lors on comprend que la masse chaotique, téné-

breuse et glaciale, une fois mise en mouvement, ait engendré en se condensant des chocs et des frottements, qui ont eu pour conséquence une température s'élevant graduellement avec la durée et l'accroissement d'intensité de toutes ces actions mécaniques. La chaleur produite n'a pas tardé à rayonner une faible lumière, que les particules condensées se sont renvoyée les unes aux autres. C'est alors que les nébulosités impalpables ont commencé à devenir visibles. La lumière était née, lumière vague, diffuse, à peine comparable aux plus légères phosphorescences et remplissant, — pour donner à un vieux mot un sens rajeuni et conforme aux données actuelles de la science, — remplissant tout l'Empyrée. Envisageons-la seulement, pour mieux préciser, dans la nébuleuse génératrice de notre groupe planétaire, avec la faible chaleur dont elle est le rayonnement, et recherchons comment chaleur et lumière naissantes ont pu s'accroître et se condenser au point de devenir le brillant soleil dont la clarté nous éblouit et dont le pouvoir calorifique, même à la distance de 36 ou 38 millions de lieues, nous est parfois mortel. On s'en rendra compte en considérant quelle est la masse du Soleil et comparant sa densité actuelle à la densité primitive de la nébulosité dont il est issu. Cette masse, calculée par les astronomes, est représentée par le nombre 330 800, la masse de la Terre étant prise pour unité ; et la densité moyenne de la sphère terrestre étant de 5,6 par rapport à celle de l'eau, on a, pour la densité moyenne du globe solaire, l'expression 1,4. Elle atteindrait le chiffre énorme de 1 082 000, si l'on prenait pour terme de comparaison la densité de l'air dans le vide au millième de la machine pneumatique. Si maintenant nous supposons toute la masse solaire diluée également en une énorme sphère dont le rayon serait décuple de celui de l'orbite de Neptune ou, ce qui revient au même, aurait 300 fois le rayon de l'orbite terrestre, la densité de cette sphère serait 250 millions de fois plus faible que celle de l'air extrêmement raréfié con-

tenu dans le récipient d'une machine pneumatique où l'on aurait fait le vide au millième. Or, le volume du Soleil étant devenu, pour la même masse (à  $\frac{1}{700}$  près) 268 *trillions* de fois plus petit (1), on peut se représenter quelle énorme quantité de force vive a été transformée, par une suite de milliers et de milliers de siècles, en vibrations calorifiques et lumineuses au sein de ce foyer. On a calculé que cette quantité de chaleur serait égale à 15 millions de fois celle que le Soleil rayonne chaque année tout autour de lui dans l'espace.

Ce qui s'est passé pour le Soleil s'était passé auparavant, mais en proportion plus restreinte, pour Mercure, Vénus, la Terre et la Lune, Mars, Jupiter, Saturne et leurs satellites. Seulement, ces globes étant incomparablement plus petits, leur condensation avait exigé une bien moindre dépense de force vive pour les amener à l'état d'incandescence. Mais ils avaient, pendant un instant, brillé par eux-mêmes, petits soleils précurseurs du grand ; et leur période stellaire pouvait n'être pas encore entièrement terminée quand la condensation du globe central fut assez avancée pour lui permettre de lancer ses premiers feux. C'est ainsi qu'on observe un grand nombre d'étoiles dans l'espace qu'accompagnent une ou plusieurs étoiles plus petites, évoluant comme planètes autour de l'étoile principale (2). Puis, le vide une fois fait autour de ces agglomérations globulaires par l'achèvement de leur concentration, leur rayonnement a fini par les refroidir. De l'état gazeux, ils ont passé à l'état liquide. Puis la couche superficielle de ces sphères liquides s'est refroidie et solidifiée ; elles se sont *éteintes* en tant qu'étoiles ou soleils, et ont cessé de

(1) A la page 199, M. Faye dit 428 trillions. C'est une erreur de calcul numérique, provenant sans doute de ce que la partie décimale du logarithme de 268 commence par 428.

(2) Ex.  $\zeta$  d'Hercule,  $\gamma$  de la Vierge,  $\delta$  du Cygne, Sirius, Procyon, étoiles doubles ;  $\zeta$  de l'Écrevisse, étoile triple ;  $\theta$  d'Orion, étoile septuple, etc.

briller comme telles dans le ciel, pour recevoir lumière et chaleur de l'astre central, désormais en état de les leur prodiguer.

C'est ainsi que la lumière et la chaleur ont pris naissance et se sont développées, non seulement dans notre petit monde solaire, mais dans l'univers tout entier. Toutefois, si chaleur et lumière proviennent partout des mouvements imprimés et produits au sein de la matière chaotique, il s'en faut que ces mouvements aient été tous pareils à ceux que la théorie prête à notre système planétaire. On a dit, plus haut, que les astronomes constatent dans le ciel la présence de nébuleuses de toutes formes et à tous les degrés de développement, depuis la pâle nuée phosphorescente douée partout d'un faible éclat et sans condensations apparentes, jusqu'au brillant amas stellaire, univers lointain comparable à notre Voie lactée : celle-ci paraît bien être issue d'une grande nébuleuse, dont la petite nébuleuse solaire ne serait qu'une subdivision infime. Or celles des nébuleuses en travail de croissance qui répondent à peu près à la description de la nôtre, en ses âges héroïques, sont dans le ciel une exception. Il en existe sans doute, telles que celle de la Lyre, où la forme annulaire est nettement indiquée. Mais elles sont des plus rares. La variété des modes de tourbillonnement, de concentration et d'épanouissement de ces embryons de mondes est extrême : on ne trouverait probablement pas dans tout le ciel deux amas nébulaires identiques ; on en chercherait vainement deux dont l'analogie fût complète et absolue dans toutes leurs parties.

Dans les systèmes lointains, assez avancés déjà pour offrir à la vue et aux calculs de l'observateur plusieurs étoiles à mouvements coordonnés, que de divergences avec notre système à nous ! Ici l'orbite de l'étoile satellite accuse, comme dans  $\gamma$  de la Vierge, sa forme elliptique au point de faire songer aux orbites de quelques-unes de nos comètes : un peu plus arrondie, l'orbite du satellite de  $\zeta$

d'Hercule est encore singulièrement éloignée de la forme sensiblement circulaire de nos orbites planétaires. Ailleurs l'orbite en épicycloïde du satellite visible de  $\zeta$  de l'Écrevisse permet de conclure à l'existence d'un astre intermédiaire éteint dont la petite étoile serait le brillant satellite, tandis que l'astre principal, sollicité sans cesse par la masse puissante de ce groupe, oscillerait sans cesse autour de sa position normale. En d'autres systèmes, deux étoiles de

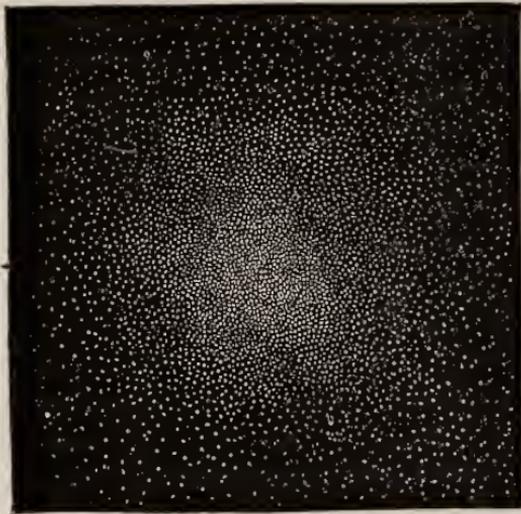


Fig. 6. — Nébuleuse globulaire du Centaure.

masses peu différentes, quelquefois trois, souvent bien davantage, évoluent simultanément autour de leur commun centre de gravité. Telles sont les étoiles triples 11 de la Licorne, 30 de l'égase; quadruples du Taureau et de Cassiopée; quintuples, sextuples, septuples même comme  $\theta$  d'Orion. Il est des systèmes d'étoiles bien autrement compliqués encore, comme les Pléiades, où les évolutions variées de 558 étoiles moindres semblent commandées et dirigées par la prépondérance de 13 étoiles principales.

Dans les systèmes de deux ou plusieurs étoiles sans prépondérance d'aucune d'elles, le cas le plus simple, celui où deux soleils se meuvent l'un autour de l'autre, est, dit M. Faye, parfaitement accessible à la science. « S'il y a trois étoiles, l'étude de leurs mouvements devient beaucoup plus difficile. S'il y en a plus de trois, elle est inabordable à la science actuelle. » Qu'est-ce donc alors quand il y en a 571 ? Et que dire de ces amas stellaires à éléments inombrables, comme ceux du Toucan et du Centaure, et qui, selon toute apparence, suivent un ensemble de mouvements subordonnés les uns aux autres ? Quel géomètre intégrera jamais les équations de cette harmonie gigantesque ?

La nébuleuse, l'amas stellaire aux centaines de milliers d'étoiles parmi lesquelles notre petit soleil compte pour une modeste unité, la Voie lactée, pour l'appeler par son nom, compte autant de mouvements individuels que d'étoiles. Que ces mouvements soient coordonnés entre eux suivant les lois de la mécanique, c'est ce qui ne saurait être contesté. Notre soleil lui-même se meut dans ce système ; quelle courbe suit-il ? On l'ignore : son rayon de courbure est d'une grandeur telle que la courbure elle-même est jusqu'ici imperceptible, et que l'arc observé ne se distingue pas de la ligne droite. Il se dirige actuellement vers la constellation d'Hercule ; mais que fera-t-il dans les siècles futurs ? De tels problèmes dépassent notre portée et restent des mystères. Il faut, pour en embrasser l'ensemble et les résoudre, une intelligence infinie, comme il a fallu une intelligence infinie pour les concevoir et les poser. La raison humaine demeure stupéfaite en présence de tels témoignages de la Raison suprême. Aussi nous sommes à l'unisson des pensées de notre auteur quand il nous tient ce noble langage :

« Quant à nier Dieu, c'est comme si, de ces hauteurs, on se laissait choir lourdement sur le sol. Ces astres, ces merveilles de la nature seraient l'effet du hasard ! Notre intelligence, de la matière qui se serait mise d'elle-même

à penser ! L'Homme redeviendrait un animal comme les autres ; comme eux il jouirait tant bien que mal de cette vie sans but, et finirait comme eux après avoir rempli ses fonctions de nutrition et de reproduction ! — Il est faux que la science ait jamais abouti d'elle-même à cette négation... Voilà ce que j'avais à dire de Dieu dont il appartient à la science d'examiner les œuvres (1). »

De telles paroles soulagent le cœur, et bien plus encore consolent la raison outragée par tant de demi-savants qui, parce qu'ils croient avoir découvert quelque particule de vérité contingente et relative, espèrent, misérables pygmées, détrôner la Vérité substantielle et immuable pour usurper la place de Dieu !

### III

La belle cosmogonie de M. Faye est-elle la dernière expression de la vérité ?... Ce qui nous paraît certain, c'est qu'elle réalise un progrès marqué sur la théorie de Laplace, qu'elle transforme d'ailleurs plutôt quelle ne la détruit. Celle-ci s'approchait déjà de la réalité plus que celle de Buffon, bien supérieure elle-même aux cosmogonies de l'antiquité grecque et romaine. Peut-être de nouvelles découvertes de la science astronomique apporteront-elles à la théorie de l'origine nébulaire de l'univers et particulièrement de notre monde solaire, de nouveaux perfectionnements. Nous doutons que le principe même en soit jamais abandonné ; et, si Descartes en a eu la première idée, notre auteur partagera avec Laplace la gloire de l'avoir mise en lumière.

De ce nouveau progrès, dont la science sera redevable au savant Président du bureau des longitudes, le récit de la Genèse, la cosmogonie biblique, reçoit à nos yeux une

(1) *Op. cit.*, Introduction, *in fine*.

confirmation plus complète. M. Faye n'a point cherché ce rapprochement. Rien ne l'y obligeait. Mais il a donné, au début de son livre, le récit de Moïse sur l'origine du monde et l'a commenté à son point de vue, ce qui était son droit. Il ne sera pas sans intérêt, croyons-nous, d'examiner et d'apprécier cette partie de son travail : sous un rapport différent, elle possède un mérite que le lecteur, nous en sommes convaincu, saura reconnaître.

Le point de départ de notre écrivain, dans le commentaire du récit de Moïse, est cette proposition, trop généralement méconnue bien que banale, que, si l'Écriture sainte a eu pour but de communiquer à l'homme la vérité religieuse, elle n'a jamais eu la moindre prétention à l'initiation aux questions de l'ordre scientifique. Et en quelques mots il justifie son dire d'une manière péremptoire.

« Imaginez-vous que Dieu ait autrefois révélé la vérité scientifique sur un point quelconque? Mais personne ne l'aurait comprise. Aujourd'hui encore, nous ne la comprendrions pas : les mots mêmes manqueraient pour l'exprimer. »

Peut-être l'expression de l'auteur dépasse-t-elle un peu sa pensée, quand il dit que, « si les plus hautes vérités religieuses ont été transmises au monde par l'intermédiaire d'hommes inspirés, cette inspiration n'a jamais porté sur les questions d'ordre scientifique. » Qu'elle n'ait pas eu *pour but* l'initiation à la vérité scientifique, cela est de toute évidence. Mais qu'elle ait laissé son interprète choisi et autorisé tomber substantiellement dans l'erreur, même sur des questions étrangères à la vérité religieuse bien que nécessaires à l'intelligence et à la clarté de l'exposition, c'est ce que quelques exégètes admettent il est vrai, mais cela peut à bon droit être contesté. Il est bien vrai que « les vérités d'ordre moral ou religieux sont, au rebours des vérités de la science, immédiatement accessibles à toutes les intelligences, » et que, « pour les imprimer énergiquement dans les esprits, on est souvent

conduit à leur donner une forme concrète et à parler de choses purement matérielles. » Mais est-ce bien parce qu'il ne sait « rien de plus que les autres hommes sur ces choses-là, que l'écrivain sacré « en parlera comme tout le monde ? » Sans aucun doute, la forme de son récit nous fera connaître « les idées qui régnaient dans ces temps reculés ; » mais cela se concilie également bien avec la connaissance réelle de la véritable origine du monde. Seulement, parlant au peuple et aux hommes de son temps, Moïse a dû mettre son langage à la portée des esprits auxquels il s'adressait, et revêtir la vérité scientifique de la forme et des métaphores sans lesquelles il n'eût pas pu se faire comprendre.

M. Faye publie ensuite, en suivant à peu près la Vulgate, le premier chapitre de la Genèse et les trois premiers versets du second, donnant ainsi la cosmogonie complète de Moïse. Peut-être que, s'il avait pris pour guide une des nombreuses traductions soit latines, soit françaises, faites directement sur l'hébreu, son opinion sur les connaissances de l'écrivain sacré se fût un peu modifiée : car, on le voit par le commentaire dont il fait suivre sa citation, plusieurs opinions scientifiques qu'il attribue au premier chef des Israélites sont seulement celles de saint Jérôme et des contemporains de ce Père. Suivons pas à pas son ingénieux commentaire.

En premier lieu il justifie, au seul point de vue des habitudes d'esprit des peuples de l'antiquité, la création de la lumière avant celle du Soleil. A ces époques reculées, nul ne se doutait du rôle que remplit l'atmosphère dans l'éclairement du globe terrestre. On voyait chaque matin la lumière du jour précéder l'apparition du Soleil et, chaque soir, survivre un certain temps à la disparition de cet astre. Les jours pluvieux, les jours où le ciel est couvert, aucun soleil ne se montrait, et pourtant la clarté du jour ne surgissait et ne disparaissait pas moins aux heures ordinaires. Le commentateur en conclut que les

anciens considéraient la lumière du jour comme un phénomène indépendant de la présence du Soleil, lequel ne faisait que lui prêter un éclat de plus, sans en être d'ailleurs la cause efficiente et adéquate. En fait, les allégories mythologiques des Grecs et des Latins, comme les cosmogonies de leurs auteurs, semblent se rapporter assez bien à cette vue, qui aurait été ainsi celle de toute l'antiquité. Ce serait pour cela que Moïse qui, suivant M. Faye, n'aurait pas eu de connaissances scientifiques supérieures à celles de son temps, aurait placé la création de la lumière dès le premier instant de la création et le Soleil seulement au quatrième jour. « Il n'eût pas d'ailleurs été rationnel, dit-il, de faire apparaître le Soleil avant la voûte du ciel destinée à le recevoir. » — Peut-être ; mais nous croyons que d'autres motifs ont guidé l'auteur inspiré.

Pour expliquer la séparation des eaux par le firmament, l'auteur émet cette proposition dont certaines parties ne laissent pas que de surprendre un peu : « Au commencement, les deux éléments, l'eau et la terre étaient confondus ; partout l'eau dominait. L'ouvrier divin, penché sur cet abîme, en divisa les eaux en deux parties, et, pour soutenir les eaux supérieures et les séparer des inférieures, il créa la voûte solide (?) du ciel, le firmament. » Après quoi, notre commentateur explique que, la circulation aéro-tellurique de l'eau par l'évaporation et la condensation étant absolument inconnue des anciens, il fallait bien, pour expliquer la chute de la pluie, de la neige, etc., admettre que « il devait se trouver là-haut d'inépuisables réservoirs, des trésors de pluie, de neige et de grêle, et *une voûte céleste assez résistante pour les supporter.* »

Évidemment, le savant auteur a fondé cette interprétation sur la signification étymologique du mot *firmamentum*. Mais ce mot, employé par la Vulgate, l'équivalent au surplus du *Στερέωμα* des Septante, ne rend pas du tout le sens littéral du mot hébreu *Rakiah* qu'il est censé traduire.

Walton, dans sa version latine interlinéaire du texte hébreu, rend ce mot par *expansio*. Pozzy, qui a aussi traduit le premier chapitre de la Genèse directement sur l'hébreu, l'exprime par l'équivalent français de *expansio*, par *étendue*, et commente ce terme par le participe neutre *expansum*, qui signifie *ce qui est étendu*, autrement dit l'espace. Cette seule remarque, ce nous semble, atténue assez sensiblement la valeur de l'explication qu'on vient de lire (1). Aussi l'observation finale de notre auteur est-elle bien superflue. « Ce qu'il faudrait à la rigueur reléguer dans la Genèse, » dit-il par allusion à la croyance à une voûte céleste solide, qui a régné jusqu'à une époque relativement proche de nous, « ce serait ce mot de *firmament*, car il fait double emploi avec celui de ciel et implique une idée absolument fausse. » On vient de voir qu'il n'y a pas lieu de « reléguer dans la Genèse » un mot qui

(1) Relevons ici une singulière remarque de M. Faye sur l'emploi du mot *eiel* : « Bien des milliers d'années après ces premiers temps, la science prit naissance..... Au lieu d'un ciel unique, il y eut sept eieux transparents, concentriques..... Chose remarquable, ces nouveautés pénétrèrent dans les esprits sans que personne fît remarquer leur contradiction avec la Genèse. On admit même, dans les synagogues et dans les églises, le mot *eieux*, qui répond aux sphères concentriques de l'astronomie grecque, au lieu du mot *eiel*, seul admissible d'après la Bible. » M. Faye ignore-t-il donc que le mot *eiel*, loin d'être « le seul admissible d'après la Bible, » n'est pas *admis* une seule fois au singulier dans toute la Bible hébraïque ? Il y revient pourtant plusieurs centaines de fois, mais toujours sous la même forme, *shamaïm*, qui ressemble à un duel, mais que Gesenius, Olshausen et tous les hébraïsants regardent comme un pluriel. Les Grecs, faisant absolument le contraire de ce que M. Faye leur attribue, ont souvent, mais non toujours, remplacé ce pluriel par un singulier. La Vulgate latine a fait de même, mais en conservant plus souvent le pluriel. Ainsi, dans la page même qu'il cite, et où *shamaïm* revient quatre fois, il se trouve, la quatrième fois, traduit par le pluriel dans le latin de la Vulgate : *Igitur perfecti sunt CÆLI et terra*, tandis que, dans la version grecque des Septante, il est en cet endroit traduit par le singulier *ὁὐρανός* ; mais la même version emploie couramment le pluriel *ὀὐρανοί* dans d'autres passages, par exemple, dans les psaumes 18, 32, 67, 68, 88, 95, 96 et 101. Que restait-il donc de l'influence de l'astronomie grecque sur le langage des synagogues et des églises ?

n'y existe point. D'ailleurs les significations des mots se modifient avec le cours des temps et des idées. Combien d'autres expressions, dans notre langue, qui n'ont presque plus aucun rapport aujourd'hui avec leur sens étymologique!

L'explication que donne M. Faye de la création du Soleil au quatrième jour repose toujours sur la même confusion : « Il fallait que la création du *firmament* précédât celle du Soleil. D'ailleurs le Soleil ne devait pas paraître nécessaire pour amener les pluies et faire vivre les végétaux créés avant lui, le troisième jour, car les eaux supérieures, » c'est-à-dire emmagasinées au-dessus de la voûte solide (toujours le *firmamentum*), « avaient précisément cette fonction ; » donc il ne devait apparaître qu'à la suite ! Nous avons le regret de nous séparer encore de M. Faye sur ce point, ainsi que sur son refus d'accepter l'explication tirée de la théorie de Laplace, sous prétexte que cette théorie n'est plus admissible. Elle n'est plus admissible, c'est vrai, dans la forme et la direction que lui avait données l'auteur de l'*Exposition du système du monde* : mais précisément la théorie nouvelle s'accorde bien mieux encore que celle de Laplace avec le texte de la Genèse. Premièrement, le Soleil ne s'est formé que longtemps après la Terre, voilà ce que M. Faye établit dans sa cosmogonie. Quoi de plus naturel, en second lieu, que de concevoir son arrivée au degré de condensation qui en faisait un soleil éclairant et échauffant, comme ayant eu lieu au moment où la Terre, déjà solidifiée et pourvue d'une atmosphère et de la circulation aéro-tellurique des eaux, avait vu sa surface se couvrir des premières efflorescences de la végétation. Mieux encore que la cosmogonie de Laplace, celle de M. Faye se prête à cette interprétation que nous croyons la vraie.

Où le savant écrivain est entièrement dans la vérité c'est quand, résumant le récit de l'Hexaméron, il y relève dans l'ordre moral deux vérités absolues et une prescription fondamentale, à savoir :

1° Dieu a créé tous les êtres que nous voyons autour et au-dessus de nous : seul il est Dieu.

2° Il a créé l'homme à son image.

3° Il a prescrit aux hommes de ne pas vivre uniquement courbés de corps et d'esprit sur la terre, mais « de concilier les exigences de la vie intellectuelle et religieuse avec celles de la vie animale » par l'observation d'un jour de repos sur sept.

Mais, quand notre auteur paraît croire que, en dehors de ces vérités essentielles, tout n'est plus qu'allégorie pure, arrangement artificiel des époques et de l'ordre d'apparition des diverses catégories de créatures, nous nous demandons s'il ne va pas un peu trop loin. « Si la Genèse, au lieu de faire apparaître toute la faune terrestre d'un seul coup, place les poissons et les oiseaux au cinquième jour, et les quadrupèdes avec l'homme au sixième, » ce n'est peut-être pas *uniquement* à cause du plan préconçu pour l'institution de la semaine. Il serait, croyons-nous, plus exact de dire que, Dieu ayant fait apparaître successivement les diverses créatures avant l'homme et ayant créé celui-ci le dernier, Moïse a divisé, en conservant le même ordre, cette succession de faits en six parties, d'après le commandement divin, et pour arriver en effet à l'institution de la semaine et du repos du septième jour. Peu importe d'ailleurs que « les premiers animaux inférieurs soient contemporains des premières traces de la vie végétale », ou bien qu'« une flore très caractérisée n'ait pas précédé l'apparition des premiers vertébrés ». Précisément parce que l'auteur inspiré ne s'inquiétait pas d'inculquer des notions scientifiques au peuple juif, il s'est tenu dans la généralité, sans se préoccuper des exceptions de détail.

L'exégèse de M. Faye n'est pas sans analogie avec celle de Mgr Clifford, évêque de Clifton, qui fit tant de bruit il y a peu d'années (1), et d'après laquelle le récit de la Genèse

(1) Cf. les *Annales de philosophie chrétienne* de novembre 1881 : *Une interprétation nouvelle du premier chapitre de la Genèse*, trad. de l'anglais.

ne serait au fond qu'une allégorie, un poème, et ne correspondrait pas nécessairement à la réalité des faits matériels. Mais cette interprétation, qui d'ailleurs au point de vue théologique ne sort pas du domaine des opinions libres, a été généralement peu goûtée. L'opinion la plus accréditée et jusqu'ici la plus plausible est que l'inspiration divine, sans avoir pour but d'apprendre aux hommes les notions générales de l'histoire naturelle, ne s'est pas tellement désintéressée de cet ordre de choses qu'elle ait pu laisser son interprète émettre des propositions substantiellement fausses : elle avait donc tracé à grands traits, aux yeux ou à l'esprit de l'écrivain, l'esquisse sommaire de la cosmogonie véritable, tout en lui faisant employer les formes de langage, les allégories de détail et les figures imagées nécessaires pour être accessibles à l'intelligence, peu développée et toute matérielle, du peuple enfant auquel il s'adressait.

Dans ce système, les développements de l'exégèse marchant de pair avec les découvertes des sciences naturelles, il est dans l'ordre logique des choses que, à chaque cosmogonie nouvelle, en progrès sur celles qui l'ont précédée, les rapports du récit biblique avec la théorie scientifique deviennent plus étroits et plus apparents ; et nous croyons qu'un jour viendra où, les obscurités s'étant dissipées une à une, la parfaite conformité entre la substance du récit inspiré et le dernier mot de la science se montrera avec un indéniable éclat.

Ne terminons pas cette analyse sans attirer l'attention sur la manière élevée et impartiale dont M. Faye envisage, à ce propos, la célèbre affaire du procès de Galilée. En quelques mots seulement, aussi précis que brefs, il montre qu'il s'agissait bien moins d'une question religieuse que d'une question d'école ; que ce furent les partisans obstinés de la philosophie d'Aristote plutôt que les gardiens fidèles

— Voir aussi la réplique du vénérable prélat aux critiques dont son interprétation avait été l'objet, dans le même recueil, livraison d'avril 1882.

de la Doctrine qui provoquèrent la regrettable décision du saint-office. « Le tort des théologiens de la congrégation de l'index, peu compétents en fait d'astronomie, ajoute-t-il judicieusement, fut d'avoir épousé la querelle des sectateurs d'Aristote et de Ptolémée. Ils auraient dû leur répondre : La religion vient de Dieu, la science vraie ou fausse vient des hommes ; allez vider votre querelle dans vos livres et dans vos écoles. » Sages paroles, entièrement conformes à ce qui, de tout temps, a été le véritable esprit de l'Église.

#### IV

Nous n'avons, jusqu'ici, analysé, développé ou apprécié qu'une faible partie des matières abordées dans le livre qui a été l'occasion de ce travail. Il nous reste à en indiquer sommairement la division et le plan ; après quoi nous nous arrêterons un peu plus longuement sur le chapitre qui sert de conclusion à l'ensemble et dans lequel l'auteur traite, en homme de science et de raison, la question de la pluralité des mondes.

Après avoir donné et commenté le premier chapitre de la Genèse de la manière que nous avons indiquée, l'écrivain expose les idées cosmogoniques de l'antiquité grecque et latine, en donnant de larges extraits du *Timée* de Platon, du *Ciel* d'Aristote, du *Songe de Scipion* de Cicéron, du *De natura rerum* de Lucrèce, et enfin les passages de Virgile et d'Ovide relatifs au problème de l'origine des choses. En analysant Lucrèce, il montre que la cosmogonie de ce poète est un pas rétrograde par rapport à la science de son temps, et d'une rétrogradation qui l'aurait fait reculer jusqu'aux jours, bien antérieurs à l'époque de la Genèse, « où l'on croyait qu'un soleil nouveau se formait chaque matin pour parcourir le ciel pendant le jour, et aller se dissoudre et s'éteindre le soir, à l'horizon. »

Les idées cosmogoniques des modernes avaient leur place tout indiquée à la suite de celle des anciens. Un magnifique hommage est rendu par M. Faye au génie de Descartes à qui il n'a peut-être manqué que la possession des lois de la gravitation universelle, inconnues de son temps, pour découvrir la vraie théorie de la constitution de l'univers. Tourné vers une direction différente, le génie de Newton a ouvert à la science des voies toutes nouvelles et d'immenses horizons ; mais, pour avoir repoussé d'une manière trop absolue l'idée des tourbillons de Descartes, il n'a pu expliquer la constitution giratoire du système solaire, et s'est vu forcé de déclarer qu'elle ne dépend pas de causes mécaniques. En parlant de la critique des théories de Newton par Laplace et des observations de M. Barthélemy Saint-Hilaire auxquelles elle a donné lieu, notre auteur justifie Laplace du reproche d'athéisme qui lui est généralement adressé à propos d'une anecdote inexactement racontée. Il serait faux que, à Napoléon s'étonnant que Laplace n'eût point parlé de Dieu dans ses écrits, ce savant eût répondu : « Sire, je n'ai pas eu besoin de cette hypothèse. » Dans ces termes, ajoute M. Faye, Laplace aurait traité Dieu d'hypothèse. S'il en avait été ainsi, le premier consul lui eût tourné le dos, mais Laplace n'a jamais dit cela. » *L'hypothèse* dont il disait n'avoir pas besoin, ce n'était pas l'existence de Dieu, mais son intervention spéciale « pour raccommoder de temps en temps la machine du monde », d'après les idées de Newton, qui croyait que les perturbations séculaires des astres finiraient, s'il n'y était porté remède de temps en temps par une intervention divine, par détruire le système solaire. C'est ce raccommodage périodique qui serait l'hypothèse dont Laplace disait n'avoir pas besoin. A l'appui de cette justification, l'auteur cite un fait important : « Je tiens, dit-il, de M. Arago, que Laplace, averti peu avant sa mort que cette anecdote allait être publiée dans un recueil biographique, l'avait prié d'en demander la suppression. Il fallait, en effet,

*l'expliquer* ou la supprimer : ce second parti était le plus simple. Malheureusement, elle n'a été ni supprimée, ni expliquée. »

Un long chapitre est consacré aux idées cosmogoniques de Kant, et forme une introduction naturelle à l'exposé de la cosmogonie que Laplace a tirée de ces idées en les reprenant et les développant. Nous n'avons pas à revenir ici sur ces systèmes bien connus, et nous avons développé en commençant la belle théorie que M. Faye leur substitue. Nous n'avons rien dit d'une conférence faite à la Sorbonne (24 février 1883) sur la constitution physique du Soleil, qui mériterait à elle seule un compte rendu spécial, et où le savant auteur a fait, à l'occasion des protubérances et des taches, une application aussi curieuse que brillante du principe des tourbillons.

Dans sa *conclusion*, M. Faye aborde, comme certains auteurs, la question de la pluralité des mondes. Il le fait, non point en rêveur, en poète à imagination agile et primesautière, mais en vrai savant. Depuis que l'on sait que les étoiles sont autant de soleils, autour desquels peuvent graviter et gravitent probablement des planètes analogues à celles de notre système, on s'est demandé si ces planètes ne seraient pas, elles aussi, peuplées d'êtres intelligents et raisonnables. Vaste champ ouvert à l'imagination, mais non pas à la science. Sur le point de fait, dit avec tout le poids de sa parole le savant astronome, la science est et restera muette. Le seul côté de la question qu'elle ait le droit d'examiner, c'est celui des conditions de la vie dans l'univers, avec la possibilité de conjecturer le plus ou moins de chances de réalisation qu'elles paraissent offrir dans les astres accessibles, en une certaine mesure, à nos investigations. Ces conditions peuvent se réunir en cinq ordres. Il y a les conditions *astronomiques* relatives à la distance de la planète à son soleil, à son degré d'inclinaison sur le plan de l'orbite, à la vitesse de sa rotation, à la stabilité du système auquel elle appartient. Il y a aussi les conditions

*mécaniques* : non seulement il faut que la rotation ne soit pas assez rapide pour annuler à l'équateur la pesanteur par l'exagération de la force centrifuge ; il faut encore, et pour une raison analogue, que la planète ait une masse suffisante. Dans les conditions *géologiques* et *physiques*, signalons la nécessité que la densité moyenne de la planète soit au moins égale à celle de l'eau, sans quoi les mers n'auraient plus de stabilité (comme dans Saturne) ; la consistance suffisante de l'écorce superficielle ; enfin un mélange à la surface des différentes matières nécessaires à la vie, mélange qui, par suite de la loi du classement homogène des matériaux par ordre de densités, ne peut exister que grâce à des phénomènes géologiques semblables à ceux qui se sont accomplis sur la Terre, et qui n'ont pas eu lieu, par exemple, sur la Lune. Les conditions *chimiques* sont plus délicates encore. Il faut une proportionnalité des éléments, hydrogène, oxygène, azote, acide carbonique, eau, etc., en dehors de laquelle aucune vie n'est possible, et qui est loin de se réaliser dans tous les astres où l'œil, armé du spectroscopie, a pu les étudier.

Ces diverses conditions sont bien complexes, bien minutieuses. Il est évident à première vue qu'il est un nombre immense d'astres dans lesquels elles ne peuvent se rencontrer : tous les astres brillants par eux-mêmes, tous les soleils sont dans ce cas. Dans notre monde solaire, la planète Mars serait peut-être la seule où l'on aurait quelque chance de rencontrer ces conditions. Toutefois il ne faut pas être trop absolu. Tel astre où elles ne se rencontrent pas aujourd'hui a pu les posséder dans un passé plus ou moins lointain, ou pourra les réunir dans l'avenir. Ensuite, parmi les soleils innombrables qui peuplent les plaines sidérales, il se peut qu'il en soit quelques-uns ayant une ou deux planètes dans des conditions analogues à celles de notre terre. Le nombre d'ailleurs doit en être relativement faible ; car, à en juger par les multiples nébuleuses en gestation de mondes que l'on a pu observer, le mode de

formation qui correspond à celui de notre monde solaire, et qui permet aux planètes de circuler autour de leur soleil sur une orbite peu excentrique, est le plus rare et semble plutôt, comme on l'a dit plus haut, constituer une exception.

Pour résumer cet aperçu rapide, nous ne pouvons que répéter, après M. Faye, ces sages paroles :

« Il serait puéril de prétendre qu'il ne peut y avoir qu'un globe habité dans l'univers : mais il serait tout aussi insoutenable de prétendre que tous ces mondes sont habités ou doivent l'être. »

Objectera-t-on l'impression qui se produit dans l'esprit sous la forme de cette question : à quoi servent tant de mondes, tant d'univers, si le plus grand nombre sont inhabités ? La réponse qui se présente d'elle-même est que la nature a bien d'autres secrets qu'elle ne nous révèle point, et que, si elle s'en laisse de loin en loin arracher quelques-uns grâce à l'infatigable ardeur des soldats de la science, il en est un plus grand nombre sans doute qu'elle ne consentira jamais à nous dévoiler ici-bas.

JEAN D'ESTIENNE.

---

.

LES

# POPULATIONS DANUBIENNES

---

ÉTUDES D'ETHNOGRAPHIE COMPARÉE

---

L'un des plus importants problèmes posés actuellement à l'ethnographie européenne a pour objet les caractères propres des populations, nombreuses et variées, répandues sur les deux rives du Danube. N'est-ce pas en effet par le bassin de ce vaste fleuve qu'ont passé les flots de toutes les émigrations? La plupart des grandes races européennes et asiatiques n'y ont-elles pas laissé de leurs descendants, ou n'ont-elles pas du moins marqué leur empreinte sur les nations danubiennes? Le type aryaque persiste dans les Roumains, les Serbes et les Albanais, qui représentent ainsi les trois groupes, latin, slave, gréco-pélasgique. On revendique pour la famille ouralo-altaïque les Bulgares et les Turcs.

Dès lors on conçoit combien il serait intéressant, et à plus d'un titre, de tenter une classification des divers éléments ethniques qui se partagent le domaine danubien et la presqu'île des Balkans. Ce travail de patiente analyse

ne manquerait pas de jeter des lumières nouvelles sur l'histoire des origines européennes. De même que par l'étude des fossiles le paléontologiste rend la vie aux âges géologiques, en ressuscitant la faune et la flore qui les animaient, ainsi l'ethnographe remonte au moyen des types conservés d'anciennes races jusqu'aux premiers jours des annales de l'Europe historique.

Heureusement, cette grande entreprise a déjà reçu un commencement d'exécution. M. Léon Prunol de Rosny, l'un des maîtres de l'ethnographie contemporaine, travaille depuis deux ans à un ouvrage considérable sur les populations danubiennes (1).

Voici comment il décrit lui-même l'immense champ qu'il s'est donné la tâche de défricher. « La région que j'examine est limitée au nord par celle qu'habitent les Germains et les Slaves ; des autres côtés elle est environnée par la mer : à l'ouest, par la mer Adriatique et la mer Ionienne ; — au sud, par la Méditerranée, l'Archipel, la mer de Marmara et la mer Noire ; — à l'est par la mer Caspienne (2). » Si l'on s'étonne de l'extension orientale donnée à ce territoire, c'est qu'on oublie les colonies turques, roumaines et bulgares répandues au sud de la Russie d'Europe et le fait de l'occupation des bouches du Volga par des tribus mongoliques du sein desquelles sont sorties plusieurs des grandes émigrations qui ont peuplé le bassin du Danube.

On le voit, l'œuvre que M. de Rosny s'est proposé d'élever a les proportions d'un monument. Rien ne manquera

(1) *Les Populations danubiennes*. — *La Patrie des Romains d'Orient*, gr. in-4<sup>o</sup> ouvrage accompagné d'un atlas comprenant une série de cartes géographiques, historiques et ethnographiques et une collection de planches en noir et en couleur. — La publication, commencée en 1882, est arrivée maintenant à la page 160 et 29 gravures ont paru. L'ouvrage sera complet en cinq livraisons de texte et cinq livraisons de planches, de manière à former un volume in-4<sup>o</sup> sur papier vergé supérieur à la forme et un volume d'atlas in-folio. Il ne sera tiré que 205 exemplaires numérotés.

(2) *Les Populations danubiennes*, pp. 67, 68.

pour la complète reconstitution de l'ethnographie des Roumains. Aussi bien, depuis quelques années, ce sujet préoccupe vivement l'érudition européenne. En même temps que la question d'Orient dirigeait tous les regards vers les principautés danubiennes, un mouvement en sens contraire poussait vers les nations latines de l'Europe un peuple trop longtemps méconnu, qui venait en suppliant redemander sa place au foyer de la famille. En fallait-il davantage pour populariser une cause qui se présentait avec des circonstances si propres à lui gagner toutes les sympathies ? C'était en frères que les Roumains frappaient à la porte de l'Occident latin. Ils se disaient issus du même sang, de ce sang romain infusé dans leurs veines par les soldats et les colons de l'Empire, quand les anciens occupants du sol, les montagnards daces, furent tombés avec leur dernier roi Décébale sous les coups de Trajan. Et puis, ils ajoutaient : « Entendez notre langage, reconnaissez l'idiome maternel que les temps et les lieux ont défiguré sans doute, mais où demeurent d'irrécusables traits de parenté. »

L'histoire et la philologie n'ont pas démenti ces prétentions : elles leur ont, au contraire, apporté une solennelle consécration. On a prouvé que la dernière page des annales du peuple dace n'a point été gravée sur les bas-reliefs de la colonne Trajane. Le voilà ressuscité, ce peuple ! Sous un nom nouveau, il vit au milieu de nous, plus libre, plus fier, plus respecté que jamais. Aussi quand Diez, l'illustre linguiste, voulut reproduire pour les dialectes romans l'admirable synthèse élevée par Bopp aux langues indo-européennes, il dut pousser ses recherches des bords du Tage aux rives du Danube. Sur ce dernier fleuve, comme en Gaule, en Italie, en Espagne et en Suisse, retentissait l'idiome transformé du peuple-roi.

Comme on le pense bien, les ethnographes n'acceptèrent pas sans discussion ces données où la légende et l'amour-propre national pouvaient si facilement induire en

erreur ; car l'argument philologique n'a point de valeur absolue pour les déterminations ethniques. Que de fois, en effet, on a vu les divers rameaux d'une famille adopter des langues différentes, et diverses races parler la même langue ! Si donc le sentiment de la nationalité roumaine, si la foi des Roumains à leur descendance des anciens Gètes ou Daces mêlés aux colons de Trajan ont pu s'affirmer avec succès et se manifester au point de plonger aujourd'hui dans la masse de la population de profondes et solides racines, c'est que des travaux considérables d'érudition sont venus les soutenir en apportant de riches éléments d'information pour l'étude de ce beau problème historique (1).

Quand l'Europe savante eut une fois porté son attention sur ce peuple dace, aussi inconnu il y a quelques années à peine que les tribus de l'Afrique centrale, elle voulut pousser plus avant ses investigations. C'était peu d'avoir trouvé les ancêtres immédiats d'une nation européenne. Ces ancêtres eux-mêmes, de qui descendaient-ils ? Car on ne s'arrête plus à Rome et à Athènes, on veut remonter aux Grecs et aux Italiens de la période aryenne primitive. Aussi a-t-on prétendu connaître les anciennes origines du peuple dace. Appartenait-il à la famille aryenne ? Comment était-il arrivé dans les vallées du Danube ? Quel degré de parenté l'unissait au reste des nations européennes ? Autant de questions que l'avidité de connaître fit poser et résoudre.

Un des premiers résultats de ces recherches fut la découverte d'une autre grande nation, qui avait occupé en même temps que les Daces la région des Balkans et des Carpathes. Cette nation était celle des Thraces. Des études approfondies ne tardèrent pas à prouver l'identité ethnique des Thraces et des Daces. C'étaient deux rameaux d'une puissante race qui, à son arrivée sur les bords du Danube, s'était scindée pour peupler les deux rives du fleuve.

(1) L. de Rosny, *Les Populations danubiennes*, p. 85.

Les Thraces jouèrent un grand rôle dans l'antiquité classique : le voisinage de la Grèce les fit entrer rapidement dans le mouvement de la civilisation, et ils furent mêlés à tous les grands événements de l'histoire. Au contraire, les Daces relégués dans les gorges des Carpathes, en dehors des limites du monde connu, n'entrèrent que plus tard en scène, lorsque les armées romaines étendirent de ce côté la puissance de l'empire.

Grâce aux données nombreuses que l'antiquité a laissées au sujet des Thraces, sur leur idiome, leur culte, leurs mœurs, leurs institutions, on est arrivé à établir péremptoirement leur caractère aryaque et à refaire l'histoire de leurs migrations. « Nous avons, dit M. Lenormant, constaté l'existence d'un grand rameau de la race aryenne, qui opéra sa migration à partir du berceau commun de la race, de même que la plupart des peuples européens, par les immenses plaines au nord du Caucase et du Pont-Euxin, et descendit d'abord sur le bassin inférieur du Danube et la Thrace européenne, puis, qui de là poussa une partie de ses tribus dans l'Asie Mineure occidentale et septentrionale, leur faisant franchir le Bosphore et l'Hellespont par un mouvement de retour d'ouest en est, qui se prolongea jusqu'à ce que certaines de ses tribus fussent parvenues en Arménie. A ce grand rameau ethnique appartiennent en Europe les Grecs et les Thraces, peut-être aussi les peuples illyriens, en Asie Mineure le groupe de populations que les anciens eux-mêmes qualifiaient de Thraces d'Asie, les Bithyniens, les Mariandyniens et les Paphlagoniens, puis les Phrygiens et les Arméniens proprement dits (1). »

C'est donc de l'Asie, du berceau commun des Aryas, que viennent les ancêtres des Roumains. Ces ancêtres étaient étroitement unis à la famille éranienne, qui donna naissance aux anciens Perses. Voilà comment la question

(1) Lenormant, *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 378.

de l'origine des Roumains se rattache intimement à l'ethnogénie générale de l'Europe.

Nous venons d'esquisser à larges traits la solution de ce problème ethnographique. Mais cette solution, en apparence si simple, si nette, a été le fruit de longues et pénibles recherches, de nombreux travaux, d'une érudition patiente et sagace, de controverses parfois passionnées. Il nous a semblé qu'il serait intéressant de grouper les résultats acquis par cet immense labeur ; car la littérature de ce vaste sujet consiste surtout en articles épars dans toutes les revues, en notes communiquées à des bulletins de sociétés savantes. Ces documents ne sont pas aisément abordables : il y a une réelle utilité à en réunir les conclusions. En outre, ces conclusions souvent contradictoires exigent un contrôle sérieux, une discussion approfondie.

Notre essai ne fera pas double emploi avec l'œuvre magistrale de M. de Rosny ; nous aurons même trop rarement l'occasion de nous en servir. Elle est malheureusement inachevée ; puis, son cadre est plus restreint et sa méthode différente. En effet, le savant ethnographe étudie les populations danubiennes au point de vue de leur caractère ethnique, caractère qui, d'après lui, dépend moins de la langue et de la conformation physique que du sentiment qu'un peuple a de son avenir social, de sa situation politique et de ses intérêts.

Sans rejeter aucunement la valeur des traditions pour le classement scientifique des sociétés humaines, nous croyons cependant que ces traditions ont besoin d'être soigneusement vérifiées. Laissons à un peuple ses légendes, ses généalogies fabuleuses. Si le Romain trouvait dans sa prétendue descendance des Troyens un stimulant à la gloire, pardonnons-lui cette illusion. Mais on ne saurait en vouloir aux hommes de science de discuter les origines douteuses d'une nation abusée sur ses ancêtres.

L'exposé sommaire qui vient d'être fait de l'état de la

question justifie la marche que nous comptons suivre. Le point de départ est nettement marqué dans les Thraces de l'époque classique : une étude attentive des données fournies par les anciens écrivains mettra à même de discuter en connaissance de cause les origines thraciques. Quand la lumière sera faite sur les Thraces, quand nous saurons d'où ils viennent, nous pourrons aborder l'ethnogenie des Roumains.

Voilà comment l'ensemble de nos travaux sur les populations danubiennes se composera d'une série de trois études : 1° les Thraces à l'époque classique ; 2° l'origine des Thraces, et 3° les descendants des Thraces, ou essai d'ethnographie roumaine.

Rien de plus délicat que la science ethnographique, surtout quand il s'agit de se prononcer sur les questions d'origine. On a vu soutenir avec une égale sincérité des systèmes opposés. Nous tiendrons donc compte des diverses opinions et nous en exposerons les arguments : si nous ne dissimulons pas toujours nos préférences, le lecteur pourtant sera mis en état de juger par lui-même.

Et puis, il ne faudra jamais perdre de vue la sage remarque de M. Guillaume Lejean. « L'ethnographie ancienne des contrées qui forment aujourd'hui la Turquie d'Europe ne peut guère être qu'une série d'hypothèses, dont la probabilité relative doit, faute de mieux, nous tenir lieu de la certitude absente (1). »

(1) *Ethnographie de la Turquie d'Europe*, p. 5.

## PREMIÈRE PARTIE

## LES THRACES A L'ÉPOQUE CLASSIQUE

Quand on jette un coup d'œil sur une carte des vallées danubiennes à l'époque classique (1), on voit que la région est, comme aujourd'hui, régulièrement divisée en plusieurs provinces. A partir du sud, le long du Bosphore, la Thrace se prolonge jusqu'à l'Hémus ou chaîne des Balkans ; la Mésie s'étend entre l'Hémus et le Danube, et enfin la Dacie comprend le pays situé entre le Danube à l'ouest et le Tyras ou Dniester à l'est.

Mais d'autre part, des données géographiques nombreuses, les témoignages explicites des auteurs anciens, des inductions philologiques et ethnographiques très saisissantes permettent de conclure à l'identité primitive des populations qui ont jadis occupé le sud de la Russie et la Turquie.

I. — *Description et division ethnographique de l'ancienne Thrace.*

D'après Strabon et Pline, les Gètes, les Thraces et les Daces parlaient une même langue: *παρὰ τῶν Γετῶν, ὁμογλώττει τοῖς Θεαζίν ἔθνοσι, ὁμόγλωττοι δ'εἴσιν οἱ Δάκται τοῖς Γέταις* — *Getae, Daci Romanis dicti* (2). L'identité ethnographique des Daces

(1) Si nous n'avons pas joint de carte à ce travail, c'est que le lecteur peut aisément suivre tous les détails géographiques que nous donnerons sur les cartes de la Thrace et de la Dacie anciennes. Nous conseillons surtout les atlas historiques de von Sprüncker et Kiepert dont nous nous sommes servi nous-même.

(2) E. Picot, *L'Origine des Daces*, CONGRÈS INTERNATIONAL DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, t. I, p. 429.

et des Gètes est une opinion reçue dans la science (1). Pour ce qui concerne la Mésie, elle est tout entière peuplée de tribus thraces : là en effet habitaient les Crobyzes, les Trères, les Gètes et les Triballes que les historiens mettent au nombre des tribus les plus puissantes de la Thrace (2). M. de Rosny dit donc très justement : « Suivant la plupart des auteurs de l'antiquité classique, Gètes et Daces auraient été deux dénominations successives d'un seul et même peuple ; sous le premier nom, il occupait au temps d'Hérodote à peu près le territoire de la Bulgarie actuelle ; sous le second, il n'apparaît que trois siècles plus tard dans l'histoire. D'après Strabon, au contraire, il s'agirait de deux peuples différents ; le premier aurait habité la partie inférieure du cours du Danube, et le second la partie supérieure (3). »

Mais nous ne saurions plus souscrire à l'affirmation suivante de M. de Rosny. « Sur les Mésiens, dont l'habitat paraît répondre à une partie de la Bosnie, de la Serbie et de la Bulgarie occidentale de nos jours, on ne possède que peu d'indices ethnographiques (4). » Il nous semble nettement établi, au point de vue spécial qui nous occupe, que la Mésie était peuplée par les Thraces et habitée par leurs principales tribus.

Quant aux Daces, Thucydide parle d'une peuplade thrace, nommée *Dii* (5), que M. Rawlinson n'hésite pas à comparer avec l'appellation ethnique *Daï*, *Dahi*, *Daci* (6). Nous croyons cependant, sur les indications de Thucydide,

(1) Voir Roesler, *Das vorrömische Dacien*, dans les BULLETINS DE L'ACADÉMIE DE VIENNE, t. XLV, p. 314; Zeuss, *Die Deutschen und ihre Nachbarstämme*, passim, et Knobel, *Die Völkertafel der Genesis*, pp. 123, 131.

(2) Comme nous venons de le dire, les Gètes étaient une tribu thrace.

(3) *Les Populations danubiennes*, p. 79. — Nous ne savons où M. de Rosny a trouvé exprimée cette opinion de Strabon : en tout cas, elle est virtuellement contredite par le passage que nous avons reproduit plus haut et par les preuves philologiques que nous fournirons immédiatement.

(4) *Id.*, *ibid.*, p. 79.

(5) *De bello Pelop.*, II, 96.

(6) *Herodotus*, t. III, p. 211, note 7.

que ce peuple était plutôt les *Diobessi*, mentionnés par Pline. En effet, les deux tribus, d'après Pline et Thucydide, habitaient les vallées du mont Rhodope. Cette manière de voir n'est pas en contradiction avec celle de M. Rawlinson : les deux opinions s'appuient même mutuellement. Ne fallait-il pas que les Daces et les Thraces fussent un même peuple pour qu'on pût réunir ainsi en un mot les deux dénominations ethniques qui les désignaient? Les *Bessi*, comme nous le dirons, étaient une des plus puissantes tribus thraces.

Ensuite on signale dans le vocabulaire dace plusieurs termes qui lui sont communs avec celui des Thraces. Ainsi la ville d'*Aizizi*, sise au sud-ouest de la Dacie (21° 30' long. Gr. et 45° 30' lat.), est citée par Hécatée de Milet sous la forme *Αἰζιζή* comme une contrée thrace. *Samus*, le nom dace du fleuve Samos, est identique à celui des *Σαμαῖοι*, peuplade thrace dans l'Hémus oriental, et à celui de *Sama*, *Samus*, porté par des princes thraces. N'a-t-on pas *Berzovia* dans la Dacie du sud-ouest et *Berzame* chez les *Sellatæ* de Thrace? Or ces deux termes ont une même racine. Le nom de la tribu dace des *Amadoci* a subsisté dans celui d'*Ἀμάδοκος*, porté par plusieurs princes thraces de la nation des Odryses. Il y a les *Biessi* daces dans les monts Carpathes et les *Bessi*, peuplade thrace de l'Hémus et du Rhodope. *Diegis*, chez les Daces, correspond au *Diegylis* des Thraces. *Sitalcus*, général des Goths(1), rappelle le *Sitalces* des Odryses de Thrace et le *Σιτῶς* de Dion Cassius(2). En effet *alcus* a l'air d'un suffixe; qu'on compare le nom propre *Rhæmetalces*. L'élément formatif *buro* se rencontre chez les deux peuples : on connaît *Burovista* (*Βουρεβίστας*), le fameux roi des Daces, ainsi que la tribu des *Βουριδέγησσιοι* et la ville de *Buridava*. Or, au temps de Justinien, nous voyons un Thrace porter le nom de *Βουρικέντιος*.

(1) Jornandès, *De reb. Get.*, IV.

(2) Ll, 25.

*Cotiso*, nom d'un prince dace (1), et Κοτήσιοι, celui d'une tribu dace, ne rappelle-t-il pas le *Cothelas* des Gètes, *Cotu*, nom de plusieurs chefs thraces de la tribu des Odryses et des Sapéens et Κότυς, la déesse de l'amour chez les Édoniens de Thrace? Le suffixe dace *-porus*, *-poris*, *-πολις*, *-por*, (*Piepor*, *Petoporus*, *Natoporus*, *Dindiporis*, *Aulu-por*, *Mucapor*) se retrouve chez les Sapéens, tribu thrace où des rois se nomment Ἀβρούπολις, Ρησκούπορις. Enfin le suffixe *dava*, qui termine presque tous les noms de villes de la Dacie (*Docis*-, *Acis*-, *San*-, *Ziri*-, *Rami*-, *Comi*-, *Carsi*-, *Clepi*-, *Patri*-, *Zargi*-, *Petro*-, *Rusi*-, *Argi*-, *Buri*-, *Marco*-, *Tamasi*-, *Saci*-), se retrouve aussi en Mésie, *Succidava*, *Sagadava*, *Scaidava*, *Capidava*, *Netindava*, *Piroboridava*, *Utidava*; en Dalmatie (*Thermidava*) (2); en Dardanie (*Quimedava*) (3), et même sur les frontières de la Macédoine chez les Mædes thraces, les ancêtres des Bithyniens, dans le nom de ville *Desudava* (4).

Il y a donc une étroite affinité entre le peuple bessothrace et les Daces, bien que la séparation semble avoir été consommée de très bonne heure. Ajoutons encore que les Daces se sont mêlés davantage avec les races limitrophes des Sarmates, des Bastarnes et des Illyriens, tandis que les Thraces, enfermés dans la presqu'île des Balkans, se sont mieux gardés contre tout mélange qui eût pu altérer la pureté de leur sang.

(1) Horace le cite dans ce vers en l'honneur de la victoire remportée sur les Daces par Auguste : *Occidit Daci Cotisonis agmen*. Voir *Carmin.*, lib. III, od. 8. Florus en parle également II, 28.

(2) Ptolémée, II, 17.

(3) Procope, *De Aedif.*, IV, 1.

(4) Ce mot est cité par Tite-Live, XLIV, 26. Toutes les éditions portent *Desudaba*, mais M. Tomaschek n'hésite pas à voir dans la terminaison *daba* le dace *dava* (*dahva*), zend *daqyu*. On a du reste un second exemple de *daba* remplaçant *dava* dans Ἰταδέβα dans la *Dacia mediterranea* à l'ouest près des pentes de l'Hémus et dans *Scaidava* que Procope écrit Σκέδεβα, Σκέδαβα. (Procop., *De Aedif.*, IV, 1). Voir *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 13 et 23; et *Les Restes de la langue dace*, dans le *Muséon*, t. II, p. 404. Cfr Roesler, *Dacier und Romänen*, pp. 38, 89.

Nous n'insisterons pas davantage sur la parenté ethnographique des Thraces et des Daces; cette question sera plus longuement traitée dans la seconde partie de ce travail. Ce que nous venons de dire suffit pour faire comprendre pourquoi les Thraces tiennent la place la plus importante dans l'étude des populations danubiennes. Il suffira donc de connaître d'une manière approfondie les conditions de leur état social et religieux, leurs diverses tribus avec leurs coutumes variées, pour fixer les idées sur l'ensemble des nations qui occupaient le sud de l'Europe orientale à l'époque classique.

A cette fin, il n'y a rien de mieux à faire que de mettre en œuvre les nombreux renseignements qui nous ont été fournis sur les Thraces par Hérodote. En effet, aucun auteur de l'antiquité, ni Ptolémée, ni Strabon, ni Pline, n'a traité l'ethnographie de la Thrace avec les développements que lui a donnés le père de l'histoire. Ces données méritent d'autant plus de confiance que les récentes découvertes de l'archéologie classique et orientale en ont contrôlé la valeur et leur ont apporté ainsi la plus haute consécration d'authenticité(1).

C'est au livre V de son *Histoire* qu'Hérodote est amené à parler des Thraces. « Après les Indiens, dit-il, ils constituent la race la plus populeuse du monde(2). » Pline cependant rabat de cette puissance et place les Macédoniens avant les Thraces (3). Il n'y a pas là de contradiction;

(1) On sait que les deux illustres orientalistes M. George et Henry Rawlinson ont fait paraître en 1875 une nouvelle traduction des œuvres d'Hérodote, *History of Herodotus*, 4 vol., 3<sup>e</sup> édit.; Londres 1875, traduction accompagnée de notes et d'études explicatives sur l'histoire et la géographie d'Hérodote, illustrée par les plus récents travaux épigraphiques et ethnographiques de l'assyriologie et de l'égyptologie. Cet ouvrage nous a rendu les plus grands services pour notre travail. Nous avons aussi consulté avec beaucoup de fruit le travail de M. H. Stein, *Herodotos erklärt* en 4 vol., 4<sup>e</sup> éd., publié dans la collection de M. Haupt et H. Sauppe, Berlin, 1877.

(2) Cf. Hérodote, Liv. III, ch. 94.

(3) *Hist. nat.*, IV, 11.

Hérodote et Pline écrivaient à des époques très distantes. Malgré le nombre considérable de ses habitants, la Thrace n'était pas regardée comme un état redoutable; il manquait une tête qui groupât ses tribus éparses. Ce défaut d'union et d'entente était du reste la cause principale de la faiblesse relative de plusieurs peuples de l'antiquité. Thucydide signale, en termes à peu près identiques à ceux dont se sert Hérodote, l'impuissance des Scythes, malgré leur immense supériorité numérique.

Thucydide et Strabon ont deux passages qui nous permettent de juger des forces militaires de la Thrace. En 429 avant J.-C., au témoignage du premier écrivain, Sitalcès, roi des Odryses, la plus importante des tribus thraces, envahit la Macédoine à la tête de 150 000 hommes dont 50 000 cavaliers (1). Il y a lieu de remarquer toutefois que son armée était en partie composée d'auxiliaires péoniens. Les calculs de Strabon sont plus précis (2). De son temps, les Thraces pouvaient mettre sur pied 215 000 hommes, 15 000 cavaliers et 200 000 fantassins.

Il s'agit avant tout de s'entendre sur l'étendue de la Thrace aux anciennes époques. Dans les premiers temps, comme la Grèce était relativement restreinte, le nom de Thrace se donnait à des pays peu éloignés de l'Attique, par exemple, à la Macédoine et à des parties de la Thessalie, comme nous l'apprend Strabon (3). Voilà comment Thucydide a pu dire que les Thraces des âges héroïques, ceux qui avaient pour rois Eumolpe et Térée et qui furent les alliés d'Athènes dans la guerre contre Éleusis, occupaient la vallée du Parnasse, la Daulide, la Phocide et une partie de la Béotie. On peut se rappeler aussi que les légendes orphiques, avant de remonter jusqu'aux rives de l'Hèbre et de hanter les sommets du Rhodope, étaient cantonnées dans des régions plus rapprochées de la Grèce ;

(1) *De bello Pelop.*, II, 98.

(2) Müller, *Frag. hist. gr.*, t. VII, 48.

(3) Livre VII et liv. X.

car le mont Hélicon, consacré aux Muses par les Thraces, faisait partie de cette Thrace primitive qui donna naissance aux premiers aèdes et aux plus anciens chantres de l'Hel-lade (1). Le nom de Thrace fut réservé au pays qui est au delà de la Macédoine, quand les Thraces de Daulide furent chassés de Thèbes, soixante ans après la prise de Troie (2).

Il n'est donc pas question ici de la Thrace des légendes fabuleuses de la Grèce et moins encore du royaume de Thrace fondé après la mort d'Hérodote. Mais nous prenons la Thrace, telle que l'entendait Hérodote, en ce sens qu'elle confinait au pays des Scythes, qui commençait là où le Danube déverse ses eaux dans la mer Noire (3); car, à la suite d'Hérodote, nous mettons les Gètes au nombre des tribus thraces. En un mot, ce travail porte sur le domaine primitif des populations thraciques en Europe, dont toutefois le grand centre d'évolution était fixé des deux côtés des Balkans, sur les territoires modernes de la Bulgarie, de la Roumèlie et de la Macédoine orientale (4).

Hérodote nous apprend ensuite que les Thraces s'appelaient de différents noms dans les diverses parties de leur territoire. Nous donnerons nécessairement ces différentes dénominations quand nous ferons le dénombrement des tribus thraces. Avant cela, observons que la contrée elle-même a porté plusieurs noms. Le plus répandu est celui de *Thrace*. Voici l'interprétation qui en a été donnée par M. Tomaschek (5). Dans le mot grec *Θρηϊκες*, *Θρακιες*, il y a

(1) Strabon, Liv. X.

(2) Voir Fréret, *Mémoire sur les Cimmériens*, ACADEMIE DES INSCRIPT. ET BELLES-LETTRES, t. XIX, année 1753, p. 586.

(3) Hérodote, IV, 99 : τῆς δὲ Σκυθικῆς γῆς ἡ Θρηϊκη τὸ ἐς Θάλασσαν προκεεται.

(4) Cfr Prunol de Rosny, *Les Populations danubiennes*, pp. 78.79; Roesler, *Die Geten und ihre Nachbarn*, p. 153 et A. Maury, *Histoire des religions de la Grèce*, t. I, pp. 32, 239, 240, 300; t. III, p. 134.

(5) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 72. Cfr Knobel, *Die Völkertafel der Gencsis*, pp. 123, 124.

une double altération de la forme primitive. L'aspirée initiale remplace dans la prononciation grecque une médiale du dialecte macédonien, et il y a eu chute de  $\sigma$ . La physionomie originelle du mot fut donc *Drasik*, *Drask*. Ce n'est pas là une simple conjecture ; il est resté des vestiges très nets de cette ancienne forme dans le dérivé  $\Theta\rho\alpha\sigma\kappa\iota\alpha\varsigma$  ( $\acute{\alpha}\nu\epsilon\mu\omicron\varsigma$ ) et dans le nom de  $\Delta\rho\eta\varsigma$ , un des ancêtres d'Orphée ; dans celui de  $\Delta\rho\sigma\iota\kappa\eta$ , stratégie dans la tribu des *Bessi* ; de  $\Delta\rho\alpha\sigma\iota\mu\acute{\alpha}\rho\alpha$  dans la Dacie méditerranéenne, et enfin de *Drasdea*, château-fort dans l'Hémus.

Outre la dénomination de Thrace, il y a celle de *Aria*, mentionnée par Étienne de Byzance (1) et Hésychius, contrairement à ce qu'affirme M. Gerland. Ce terme s'explique aisément. A raison de sa position géographique sur les bords de la mer Noire, la Thrace a dû être un des premiers établissements indo-européens en Occident. Aussi MM. Max Müller (2) et François Lenormant (3) signalent-ils ce fait pour en inférer l'origine aryenne des Thraces : nous aurons à y revenir.

C'est donc à tort que MM. Fick (4) et Gerland (5) interprètent *Aria* par « pays d'Arès (Mars) ». Laissons ces étymologies aux poètes. Le terme *Aria* était naturalisé dans l'idiome thrace. On trouve les villes de *Ariassus*, *Ariavativa* en Asie Mineure, et les noms d'hommes *Ariartus*, *Ariorlus*, usités en Dacie, appartiennent à la même famille.

D'après Diefenbach (6), la Thrace, aux époques tout à fait primitives, aurait été nommée  $\Pi\epsilon\rho\gamma\eta$  ( $\Pi\acute{\epsilon}\rho\gamma\eta$ ) ; mais cette appellation paraît n'être qu'une épithète faisant allusion à la coutume qu'avaient les Thraces,

(1) Sub verbo  $\Theta\rho\alpha\kappa\eta$ .

(2) *La Science du langage*, éd. franç., t. 1, p. 311.

(3) *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 378.

(4) *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen*, p. 421.

(5) Cité par Fligier, *Zur prähistorischen Ethnologie der Balkanhalbinsel*, p. 23.

(6) *Die alten Völker Europa's*, p. 66.

hommes et femmes, de s'imprimer des marques ou tatouages sur le corps et même sur le visage (1). On a rapproché le nom des Thraces de *τραχύς* pour en faire « les montagnards ». Étymologie évidemment fantaisiste et contredite par la forme primitive du mot. Cependant M. Tomaschek, tout en lui reconnaissant une origine bactrienne, évite de se prononcer davantage et de proposer une dérivation.

Les anciens représentent les Thraces comme un peuple de race blonde, ayant les yeux bleus et les cheveux blonds. Les Gètes paraissent avoir réalisé le type dans toute sa pureté. Aussi Clément d'Alexandrie nous apprend-il que les Gètes mettaient aux statues de leurs dieux une chevelure blonde et des yeux bleus (2). Aristote signale la raideur des cheveux *Θραξες εὐθύτριχες* (3). Julius Firmicus, qui vivait au IV<sup>e</sup> siècle de notre ère, attribue aux Thraces des cheveux roux, et il se pose la singulière question que voici : *Si Luna facit candidos, Mars rubros, Saturnus nigros, cur omnes in Æthiopia nigri, in Germania candidi, in Thracia rubri procreantur?* Ce renseignement ne doit pas prévaloir contre le témoignage des historiens antérieurs. A l'époque de Firmicus, le mélange des races avait confondu toutes les nations. Si Pline parle des cheveux azurés *cæruleus capillus* (4) des Agathyrses, il ne faut pas l'entendre de la couleur naturelle, mais de la teinte artificielle que ces peuples donnaient à leurs cheveux. Le passage de Pline doit s'expliquer par les textes analogues de Pomponius Mela (5) et d'Ammien

(1) D'après Hésychius, *περκάζω* est un synonyme de *ποικίλλω*; *πέριζωμα* signifie « stigmaté » et *περκνός* veut dire « *nigris maculis variegatus*. »

(2) *Strom.*, VII.

(3) *De Gener. an.*, V, 3.

(4) *Hist. nat.*, IV, 12.

(5) II, 1.

Marcellin (1). M. Diefenbach n'est pas éloigné d'attribuer à l'influence des anciens Thraces l'albinisme qu'on constate encore de nos jours chez les habitants du Péloponèse et surtout dans quelques familles albanaises (2).

Nous avons signalé l'usage singulier du tatouage chez les Thraces. Ces marques, dit Hérodote, distinguent les nobles des gens de basse condition (3). Du reste, on retrouve des vestiges de cette coutume chez un grand nombre de nations de l'antiquité : nous la remarquerons chez les Agathyrses, ancêtres des Daces ; Martial connaît les *picti Britannii*, et Virgile qualifie de la même épithète les Gélons de Scythie.

Voici comment Xénophon décrit l'accoutrement des Thraces. Ils portent sur la tête des bonnets en peau de renard qui leur couvrent les oreilles. Leurs tuniques ne protègent pas seulement le buste, elles descendent jusqu'aux cuisses. Quand ils montent à cheval, ils ne revêtent pas la chlamyde ou vêtement flottant, mais ils se couvrent les jambes et les pieds au moyen de guêtres (4). Hérodote parle à peu près dans les mêmes termes du costume des Bithyniens, qu'il nomme Thraces. Le père de l'histoire ajoute qu'au-dessus des tuniques ils portaient un large manteau aux couleurs variées, et il nous apprend que les guêtres étaient en peau de faon (5). On peut voir au musée de Naples la statue d'un prisonnier dace dont le costume répond très exactement à la description que nous venons de faire (6). Le bonnet en peau de renard et les guêtres avaient des noms spéciaux, dont nous devons parler parce que ces termes de *basara* et de *ζεῦρα* sont de précieux restes de la langue des Thraces.

(1) XXXI, 2.

(2) *Die alten Völker Europa's*, p. 67.

(3) Liv. V, 6.

(4) *Anab.*, VII, 4, § 4.

(5) VII, 75.

(6) M. Duruy en reproduit la gravure dans son *Histoire des Romains*, t. IV, p. 752. On peut voir les détails du costume dace sur les bas-reliefs de la colonne Trajane.

Plusieurs commentateurs se sont occupés du terme *basara* et lui trouvent diverses significations (1). Pollux, Hésychius, le scoliaste de Perse et Tzetzés donnent à *βασάρα*, *βασσάρα*, *bassaris*, les sens variés de « vêtement, bonnet en peau de renard, renard, femme publique ». M. Roesler explique ingénieusement cette variété de sens (2). Pour lui, la valeur primitive est celle de « chapeau, coiffure », et par extension « vêtement » ; il voit dans *basara* le terme éranien *sara*, que l'on trouve dans *σάραπις* et *sarabara* (3). Ces deux mots, au témoignage d'Isidore, de Pollux, de Suidas et de Photius, désignaient aussi la coiffure et le vêtement. *Basara* a fini par signifier « renard », ou bien parce que la peau de cet animal était d'un usage fréquent, ou bien par analogie avec l'égyptien *bashor* « renard ». Cette dernière supposition est peu vraisemblable.

Les guêtres s'appelaient *ξίπα*. C'est le sanscrit *hâra*, de la racine *hr* « saisir, entourer ». On le voit, cette fois, comme presque toujours d'ailleurs, nous expliquons facilement le thrace par l'aryaque.

Sauvage et terrible, vraie image de la guerre dans sa représentation la plus hideuse : « *trux vultus, verissima Martis imago* » (4), telle était bien l'impression que devait produire le Thrace dans ses vêtements de peau, avec ses cheveux en désordre et d'une longueur démesurée, avec sa barbe inculte descendant jusqu'à la ceinture. La colonne Trajane met en regard le type dace et le soldat romain, et, tout en donnant aux sujets de Décébale un incontestable caractère de farouche grandeur, elle fait comprendre la terreur que dut inspirer au premier abord la vue de l'horrible Gète, *squalidus Geta*, au peuple le plus civilisé du monde ancien.

(1) Voir P. Boetticher, *Arice*, pp. 42, 43.

(2) *Dacier und Romänen*, p. 81.

(3) Voir P. Boetticher, *Arice*, p. 26.

(4) Ovide, *Trist.* V, 7, 17.

Le Thrace était belliqueux : la guerre et le pillage faisaient ses délices (1). Recherché comme auxiliaire par tous les grands conquérants, il servit tour à tour les rois de Perse, Alexandre le Grand et les Romains. Il est possible de reconstituer tout l'équipement des Thraces sur les données des écrivains classiques. Leur arme principale était le javelot, qu'ils maniaient avec une adresse extrême (2). Ils avaient des boucliers légers et frappaient l'ennemi avec une dague courte que Photius appelle *σκάλη*, encore un mot du vieil idiome thrace. *Σκάλη* rappelle l'ancien norrois *skalm*, de la racine *σκαλ* qui a donné en grec *σκάλλω*, en lithuanien *skeliu*.

Hésychius parle encore d'une autre arme défensive qu'il nomme *ρομφαία*. Il hésite pour l'identification entre le glaive et le javelot ; mais si l'on compare le mot à l'arménien *lamb* et au sanscrit *lambhá* « cercle, anneau », on sera plus porté à voir dans *ρομφαία* un bouclier ; c'est ce que la glose d'Hésychius, *ῥομφαίον ἀμυντηριον*, insinue du reste.

On comprend que ces instincts guerriers aient peu favorisé l'agriculture. Du reste, au rapport d'Hérodote (3), c'était se déshonorer que de s'adonner à la culture des champs. Pourtant quelques tribus menaient la vie pastorale, et l'un des rares termes de la langue thrace qui aient survécu est un nom de céréale. *Βριζα* dérive de la même racine qui a donné le sanscrit *vr̥hi*, le zend *berezya*, le néo-persan *birinj* et le latin *oryza* « riz » (4). L'arménien a le même mot *brinz* (5). Le sens de *βριζα* a dévié ; en thrace, ce mot désignait le seigle ou l'orge.

D'après Varron (6) et Pline (7), les moissons se conser-

(1) Hérodote, V, 6.

(2) Hérodote, VII, 75 ; Xénophon, *Mem.*, III, 9, § 2.

(3) V, 6.

(4) Voir P. Boetticher, *Arica*, p. 50. — Schrader, *Sprachvergleichung und Urgeschichte*, p. 128.

(5) P. de Lagarde, *Armenische Studien*, p. 31.

(6) *De re rustica*, I, 57.

(7) *Hist. nat.*, XVIII, 30.

vaiant dans des greniers souterrains nommés *σειροί* ; c'étaient de larges galeries creusées en terre. On y déposait le blé et on fermait l'entrée par une pierre. Toute l'antiquité pratiquait ce système de conservation des céréales. Les Thraces prenaient également soin de laisser reposer les terres après une année de culture (1).

Nous savons aussi par Hésychius que les Thraces récoltaient du vin ; car le lexicographe a recueilli le mot *ζίλα*, chez Photius *ζεῖλα*, qu'il interprète par *οἶνος* « vin » et qui est à rapprocher du sanscrit *hâla*, *hîluka*. M. Tomaschek pense qu'on peut rattacher à la même racine le grec *χάλις* et la première partie du mot *Ζιλιμισσός*, nom d'un temple consacré à Sabazius (2). M. Fick rapproche encore le nom de la ville de *Ζέλεια*, en Bithynie (3).

La culture de la vigne est attestée encore par les exigences des cérémonies en l'honneur de Bacchus qui formaient le fonds de la religion des Thraces. En outre, le vin jouait un grand rôle dans leurs festins, où l'on faisait de copieuses libations (4). L'ivrognerie était chez eux un péché d'habitude. Sur ce point, nous avons les témoignages les plus accablants. Athénée et Platon parlent de la coutume thrace de boire du vin jusqu'à complète ivresse (5). « Tous les Thraces, dit Théopompe, sont de forts buveurs, *πολυπόται* (6). » A défaut de vin, les pauvres s'enivraient de la fumée de graines narcotiques qu'ils jetaient dans le feu. Leur nourriture, au contraire, était des plus frugales. Ils se contentaient de miel, de lait, de fromage et d'un pain grossier. Ovide vante le courage des Gètes à endurer la faim.

Les grands repas étaient suivis de danses qui se faisaient

(1) Horace, *Od.* III, 24, 11.

(2) *Ueber Brumalia und Rosalia*, p. 358.

(3) *Die chemalige Spracheinheit der Indorgem*, p. 419.

(4) Voir Xénophon, *Anab.*, VIII, 3, § 16.

(5) Athénée, VII, 781. Platon, *Leg.*, I, § 9.

(6) Cité par Roesler, *Das Vorrömische Dacien*, p. 368.

au son de la flûte. Les danseurs étaient armés de glaives. Ils s'agitaient et se démenaient en sautant à des hauteurs considérables ; puis ils se précipitaient l'un sur l'autre en faisant semblant de se frapper. L'un des danseurs devait enfin se laisser tomber, comme s'il eût été blessé mortellement. Pollux parle aussi d'une danse qu'il nomme *κολοβρισμός*. Ce terme, qui est à rapprocher du russe *kolo, koliso* « cercle », désignerait donc une ronde de danseurs. Xénophon a décrit les danses des Thraces en témoin oculaire (1). Il ajoute qu'après la danse, les Thraces entonnent le chant national, qu'il nomme *Sitalcas, Sidalcam*. Que veut dire ce terme ? Dans sa seconde partie, M. Boetticher retrouve le sanscrit *arka* « hymne, chant ».

Les Thraces étaient grands amateurs de musique. Ne gardaient-ils pas les traditions du célèbre chanteur Orphée ? Dans les gloses d'Hésychius on trouve plusieurs dénominations d'instruments. Ils appelaient la cithare *βρύγγον*, et par *μαγάδις, μαγαλίς, μαγάς, μαγίς* ils désignaient la partie de l'instrument destinée à recevoir les cordes. Ces derniers termes demeurent inexplicables, mais M. Fick rapproche *βρύγγον* du slave *breca*, résonner (2).

Les lois de la famille étaient celles d'un peuple barbare. On exposait les enfants mâles sur les marchés publics, d'où ils étaient emmenés comme esclaves en Grèce. Les filles vivaient dans une grande liberté ; on les surveillait peu, tandis qu'une vigilance sévère s'exerçait à l'égard des femmes.

Pour épouser une fille thrace, il fallait payer au futur beau-père une somme considérable, qu'on avait le droit de redemander en cas de séparation. Cette coutume était autrefois et est encore aujourd'hui très répandue en Orient et dans toute la race aryenne (3). Pour les Thraces, l'usage d'acheter une épouse est affirmé par Hérodote (4),

(1) *Anabase*, VI, 1, § 5, 6.

(2) *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen*, p. 417.

(3) Voir Schrader, *Sprachvergleichung und Urgeschichte*, p. 382.

(4) V, 6.

et Xénophon le connaissait. Il rapporte en effet la parole suivante de Seuthes, roi de Thrace, à Xénophon : « Je te donnerai ma fille en mariage et, si tu en as une, je te l'achèterai suivant l'usage des Thraces (1). »

Les funérailles donnaient lieu à tout un ensemble de cérémonies. Comme la plupart des Indo-Européens (2), les Thraces brûlaient les cadavres de leurs morts. Mais avant cela, le corps était exposé pendant trois jours, qui étaient consacrés à des sacrifices de tous genres, à des réjouissances publiques, après toutefois qu'on eût d'abord pleuré le défunt. Alors le cadavre était livré aux flammes. La crémation ne se pratiquait que sur les riches. Quand le corps était enterré, on élevait un rempart sur la tombe. Suivaient des jeux variés, parmi lesquels le combat singulier était surtout recherché (3).

D'après Hérodote (4), les dieux honorés par les Thraces étaient Mars, Bacchus et Diane, c'est-à-dire la guerre, le vin et la chasse, les trois grandes passions d'un peuple de ce caractère. Il faut entendre par là le culte général de toute la nation, car nous verrons que des tribus particulières avaient leurs divinités propres. Ainsi Zalmoxis était le dieu des Gètes, les Édoniens vénéraient Cotys et les insulaires de Samothrace adressaient leurs adorations aux Cabires (5). Hérodote lui-même ajoute presque

(1) *Anab.*, VII, 2.

(2) J. Grimm, dans un mémoire publié à Berlin en 1850 *Ueber das Verbrennen der Leichen*, et M. Wylie dans un article de *ARCHÆOLOGIA*, t. XXVIII, ont démontré que la crémation était le rite funéraire généralement en usage chez les Aryas. Pour les Celtes, voir César (*B. C.*, VI, 19) et Pomponius Mela III, 2 ; pour les Germains, Tacite (*Germ.*, 27) ; pour les Hérules, Procope (*De B. Goth.*, I, 14). On connaît d'ailleurs les usages des Scandinaves, des Lithuaniens, des Slaves, des Hindous, des Grecs et des Romains. Les Éraniens seuls faisaient exception : ils abandonnaient les cadavres aux oiseaux de proie.

(3) Hérodote, V, 8.

(4) V, 7.

(5) Sur les mystères de Samothrace, voir Guigniaut, *Religions de l'antiquité*, t. II, pp. 1072 et suiv.

immédiatement que les rois thraces rendaient un culte spécial à Mercure ; ils ne juraient que par son nom et se prétendaient issus de son sang.

Quand Hérodote parle de Mars, Bacchus, Diane, Mercure, il désigne ainsi des divinités dont les attributions étaient analogues à celles d'Arès, Dionysos, Artémis et Hermès. La tradition a conservé le nom de la Diane des Thraces. Elle se nommait *Bendis*. Son culte se répandit jusque dans la Grèce. Nous apprenons de Platon (1) que la fête des *Bendideia* se célébrait avec grande pompe dans le voisinage du Pirée, et Xénophon (2) rapporte qu'un temple avait été élevé à Bendis dans le port de Munychie. La cérémonie caractéristique des *Bendideia* était une promenade aux flambeaux, *λαμπαδηφορία*.

Nous verrons plus loin qu'on a quelques bonnes raisons d'identifier Arès avec le dieu *Pleistorus* adoré par les Apsinthiens, tribu du sud de la Thrace. En tout cas, le culte d'Arès était florissant chez les Thraces, surtout chez les Gètes. On rencontre fréquemment les expressions *Marsicola Getus* (3). Virgile a dit :

Gradivumque patrem Geticis qui præsidet arvis (4).

D'après Arrien (5), les Thraces de Bithynie possédaient un oracle de Mars.

Il ne faut pas se fier à l'affirmation de Diodore de Sicile, quand il parle du culte de Vesta chez les Thraces (6) ; car il a confondu, semble-t-il, les Gètes et les Scythes (7). Pourtant M. Tomaschek, sur le témoignage de Chæroboscus (8), croit pouvoir reconnaître une déesse du foyer dans

(1) *Rep.*, I, 1.

(2) *Hellen.*, II, 4, § 11.

(3) Ovide, *Trist.*, V, 3, 22 ; *Pont.*, IV, 13, 14.

(4) *Aen.*, III, 35 ; cfr *Georg.*, IV, 461.

(5) *Fragm.*, III, 594.

(6) I, 94.

(7) Voir Bessell, *De rebus Geticis*, p. 47, 48 et Roesler, *Das vorrömische Dacien*, p. 367.

(8) Bekker, *Anecdota*, t. III, p. 1192.

Ἄραοτις (1). Signalons d'après le même Chæroboscus, la variante *Mendis* du nom de *Bendis*, et remarquons cette loi phonétique de l'idiome thrace, savoir le changement de *b* en *m* ; nous en aurons besoin dans la suite. Il est plus malaisé d'identifier la troisième divinité *Μολις*, citée par Chæroboscus. M. Tomaschek y voit la déesse de la mort.

Nous réservons les détails sur la déesse *Cotys* pour le moment où nous parlerons des Édoniens qui la vénéraient spécialement.

Les femmes avaient une grande part aux cérémonies du culte : d'après une tradition commune en Thrace, elles avaient institué les liturgies, en dirigeaient tous les apprêts, célébraient les fêtes religieuses. Strabon, Hérodote, Plutarque, Dion Cassius, Arrien et Suidas ont des passages très curieux (2) où ils nous montrent les prêtresses d'Orphée et de Bacchus conduisant les danses sacrées et organisant les chants de fête. Les fameux oracles du Dionysos thrace étaient rendus par une prophétesse (3).

Il nous faut insister sur quelques traits du Dionysos thrace et sur quelques détails de son culte. Cette étude a une importance très grande au point de vue des origines du peuple thrace. Nous résumerons donc les excellents travaux de MM. Heuzey (4), Lenormant (5), Maury (6) et Tomaschek (7).

M. Heuzey a nettement décrit le Bacchus thrace, dont il lui fut donné de voir une représentation sur les rochers en marbre blanc qui forment tout le haut quartier de l'ancienne ville de Philippes. Il vit là, gravé sur un bas-relief,

(1) Ueber *Brumalia und Rosalia*, p. 355.

(2) Il s'en est été réunis par M. Roesler, *Das vorrömische Dacien*, p. 365.

(3) Hérodote, VII, 111.

(4) *Le Panthéon des rochers de Philippes*, dans REVUE ARCHÉOLOGIQUE, t. VI, pp. 449-460, et *Mission de Macédoine*, pp. 29 et suiv.

(5) *Sabazius*. REVUE ARCHÉOLOGIQUE, t. XXVIII, pp. 300-306, 380-389 ; t. XXIX, pp. 43-52.

(6) *Histoire des religions de la Grèce antique*, t. III, pp. 137 et suiv.

(7) Ueber *Brumalia und Rosalia*.

un Bacchus à l'aspect juvénile, au visage imberbe. Les épaules et la poitrine étaient d'une ampleur florissante : le long du cou les cheveux descendaient en longues boucles, et un nébride était passé en travers de la tunique.

Sous ces traits, le Bacchus thrace apparaît déjà transformé par ses adorateurs macédoniens ou romains. Mais à Drama, l'ancienne *Drabiscus* des Édoniens, sur une stèle funéraire en forme d'autel, M. Heuzey a rencontré un type plus primitif. En tout cas, il y a trouvé très apparent le détail d'accoutrement qui établit la distinction du Bacchus thrace d'avec le Dionysos des Grecs.

C'est une large coiffure qui affecte la forme d'une tête de bête fauve dépouillée. Au-dessus des tempes, elle trace deux éminences comme si elle recouvrait des cornes naissantes. Dans cette figure, l'influence de la tradition grecque et romaine a dissimulé les attributs qui n'appartiennent pas au type humain. Mais, sur un curieux bas-relief de Paros, consacré aux Nymphes par l'Odryse Adamus, le Bacchus thrace, représenté sous la forme d'un taureau à face d'homme, a conservé le caractère monstrueux que lui prêtait l'imagination des indigènes.

Ce symbolisme donne l'origine du Bacchus thrace. En effet, Diodore de Sicile dit formellement que le Bacchus cornu est le phrygien *Sabaxis* (1), et ce dernier nom ne tarda pas à être en usage chez les Thraces pour désigner leur divinité nationale. C'est ce qu'affirme Macrobe (2) d'après Alexandre Polyhistor. Il indique la colline de *Zilmissus* chez les *Ligyraei*, peuplade thrace inconnue d'ailleurs, comme l'un des principaux sanctuaires de Bacchus-Sabadius (3). Un scoliaste d'Aristophane parle dans le même sens (4).

*Sabaxius*, aussi *Σαβάξιος*, *Σαβάσιος*, *Σαβάδιος*, *Σεβάδιος*,

(1) IV, 4, 1.

(2) *Saturn.*, 1, 28.

(3) *Fragm. hist. Græc.*, de Didot, III, 244.

(4) *In Vesp.*, 9.

Σάβωζ, *Sabazis*, *Sabasius*, *Sebasius*, *Sabadius*. *Sebadius*, était à l'origine un dieu phrygien, assimilé par les Grecs à Dionysos, parfois à Jupiter. Ce mot vient de la racine *Sabhady*, d'où aussi σέβειν, « vénérer », σαβοῖ, exclamation qu'on poussait aux fêtes de Sabazius, et σάβοι, prêtres de Sabazius. Il signifie donc « vénérable ».

On a identifié *Sabazius* avec *Atys*, autre divinité phrygienne, rapprochement exact s'il s'agit de la conception fondamentale de *Sabazius*, qui porte en effet le surnom d'ἄττης (ἄττα, *atta* « père »), forme primitive des *Attis*, *Atys*. Mais, au point de vue des légendes, on doit séparer *Atys* et *Sabazius*, car tous deux sont des formes dérivées de *Papas* ou *Bagæus*, Βαγῆος.

Tandis qu'*Atys* gardait un caractère nettement asiatique, il était impossible de retrouver autre chose que la légende hellénisée de *Sabazius* (1). Sur les monnaies aucun type propre, mais il est remplacé par Bacchus ou Jupiter représentés à la grecque. La seule image certaine de *Sabazius* appartenant à l'Asie Mineure que l'on connaisse jusqu'ici est cette découverte sur le monument de Coloe par M. Wagener (2). Toutefois il est à regretter que nous ne possédions qu'une description de ce monument ; certains détails qui manquent seraient nécessaires pour se former une idée nette de cette curieuse représentation.

*Sabazius* passe de Phrygie en Thrace, et Strabon nous a décrit ce passage dans un morceau célèbre. Le culte phrygien fut transporté avec les noms divins, les listes orgiastiques et les instruments de musique qui lui étaient propres.

Les *Ménades* des Sabazies de l'Édonide et de la Thrace étaient appelées *Mimallones* (3) et *Clodones* (4).

(1) Voir les *Actes de saint Théodote*, chez les Bollandistes, mai, t. IV, p. 124. Ces *Actes* renferment d'intéressants détails sur les religions phrygiennes.

(2) Académie royale de Belgique. *Mémoires des savants étrangers*, t. XXX.

(3) Plutarch., *Alex.* 2, Strabon, X.

(4) Plutarch. *loc. cit.*, Hesych., *Suidas sub verbo* Κλώδωνες.

Comme nous le dirons, le culte de *Sabazius* fut surtout localisé chez les Besses, qui devinrent la tribu sacerdotale. Les fêtes de *Sabazius*, où les danses orgiastiques s'exécutaient au son d'instruments phrygiens, avaient quelque chose de sauvage, quand les *Mimallones* brandissaient leurs lances et que les Besses, ivres de bruit et de vin, se mettaient à prophétiser.

Pourtant la barbarie des Thraces les préserva de la corruption savante et de l'obscénité raffinée du culte phrygien, du moins pour les bacchanales. La religion de *Sabazius* s'élevait même à une sphère morale assez haute, et se distinguait par une énergique affirmation de l'immortalité de l'âme.

On en a la preuve dans une inscription déchiffrée par M. Heuzey (1). Cette inscription est de l'époque impériale, mais elle concorde parfaitement avec les idées du *Rhésus* d'Euripide (2). La mère du roi thrace pleure son fils : mais elle se console à la pensée que, du tombeau, il sortira vivant, voyant la lumière et devenu prophète de Bacchus, qui a fixé sa demeure sur la roche du Pangée, vénérable pour ceux qui le connaissent. Les Thraces étaient bien les frères de ces Trauses qui, nous le verrons, célébraient les funérailles par des réjouissances, et de ces Gètes qui se vantaient de ne pas mourir, mais pensaient, en quittant la terre, aller s'asseoir au banquet de leur dieu *Zalmoxis*.

Sur le monument épigraphique découvert par M. Heuzey à Drama, se lit le mot *Tasibastenus*, un surnom de Bacchus qui doit attirer notre attention « comme rare et précieux échantillon de la langue si peu connue des anciens Thraces ». Cette épithète, qui n'a été retrouvée que deux fois, a été interprétée avec beaucoup de sagacité par M. Tomaschek (3). Nous allons résumer son intéressante dissertation.

(1) *Mission de Macédoine*, p. 128.

(2) V. 970-973.

(3) *Ueber Brumalia und Rosalia*, pp. 380-383.

*Tasibastenus* est un dérivé de *Tasibastus*. La terminaison accuse un terme thrace, car *bastus* est un suffixe fréquemment en usage dans les noms de lieux thraces. On a Ἐπίμαστος, Ἐμαστος, Βεμάστη, Σωβάστα, Στραυβάστα, Βίβαστος. Il est donc probable que *Tasibastus* était le nom d'une localité célèbre par son culte de Bacchus. Mais où était situé cet endroit? On peut croire que c'était dans le district de Drama, là même où l'inscription de *Tasibastenus Liber pater* a été retrouvée; et plusieurs faits rendent cette conjecture assez vraisemblable. Drama est situé près de Philippes, dans une région abondante en sources, ce qui fait donner à la ville le nom de Κρηνίδες « fontaines ». Or, d'autre part, Diodore de Sicile nous apprend que les *Thasii* habitaient la ville nommée Κρηνίδες (1). M. Tomaschek conclut donc que *Tasibasta*, c'est la ville des *Thasii*. Car le second élément *-basta* équivaut à l'ossète *basta*, en sanscrit *vaste*, de la racine *Vas* « habiter. »

Nous n'avons pas à nous occuper, dans cette étude purement ethnographique, des conditions climatologiques, de la flore et de la faune de l'ancienne Thrace. Pourtant les naturalistes nous permettront sans doute d'examiner ce qu'il y a de vrai ou de faux dans les légendes célèbres de l'antiquité, qui localisent en Thrace l'habitat européen du lion. On sait que des savants distingués, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (2), Marcel de Serres (3), Fournet (4), Karl Ritter (5), accordaient à la fable une confiance si entière, qu'ils ne songèrent même pas à en discuter l'authenticité.

Et quels sont les témoignages de l'antiquité sur lesquels on s'appuie pour faire de la Thrace un repaire de lions?

(1) XVI, 3.

(2) *Expédition de Morée. Zoologie*, p. 35.

(3) *De l'homme et des races perdues*, dans la REVUE ENCYCLOPÉDIQUE, 1832, 1833.

(4) *Le Mineur, son rôle et son influence*, p. 22.

(5) *Erdkunde von Asien*, IV theil, p. 1619.

Aristote (1) nous apprend qu'en Europe le lion se rencontre seulement entre l'Achéloüs (aujourd'hui *Kara-Sou*) et le Nessus (*Aspropotamo*). On trouve une semblable affirmation chez Élien (2). Pline a traduit Aristote (3). Selon Pausanias (4), des lions errent souvent dans la région de l'Olympe, qui fait frontière à la Thessalie et à la Macédoine : il raconte l'histoire d'un certain Polydamas qui tua sur cette montagne un lion énorme. Ce récit est reproduit par Suidas et Tzetzés (5). Xénophon (6) assure également qu'il y avait des lions près du mont Pangée, situé au delà de la Macédoine. Dion Chrysostome nous dit que de son temps (120 avant J.-C.), il n'existait plus de lions en Thrace et en Macédoine, mais qu'il en avait existé jadis (7).

Tous ces témoignages paraissent dériver d'une seule et même source, d'Hérodote. L'historien rapporte qu'au passage de Xerxès en Péonie, des lions attaquèrent les chameaux qui portaient les vivres de son armée (8). Plus loin, Hérodote ajoute que dans ces cantons on voit quantité de lions (9) : il restreint cependant l'aire de leur extension au pays situé entre le Nessus et l'Achéloüs.

L'existence des lions en Thrace a donc pour principal argument le témoignage formel d'Hérodote. Mais quelle valeur a ici ce témoignage ? Il y a, croyons-nous, une distinction capitale à introduire, dans le récit d'Hérodote, entre le fait de l'attaque des chameaux et la conclusion qu'en tire le père de l'histoire. On peut admettre que des lions se seraient rencontrés en Thrace sur le passage de l'armée perse, mais la présence permanente de lions dans cette contrée, ne ressort nullement de ce fait isolé.

(1) *Histoire des animaux*, VI, 81 ; VIII, 28.

(2) *Histoire des animaux*, XVIII, 36.

(3) *Hist. nat.*, VIII, 17.

(4) VI, 5, § 2.

(5) Tzetzés, *Chiliad.*, II ; *Hist.*, v. 555.

(6) *Cynégétiques*, XI.

(7) *Discours XXI*.

(8) VII, 125.

(9) VII, 126.

Il n'est pas du tout impossible que des lions se soient parfois égarés jusqu'en Thrace. En quelques jours ces carnassiers peuvent parcourir des distances prodigieuses. Leur proie se rencontre sous des zones fort diverses; ils peuvent donc se porter, en la poursuivant, à plusieurs centaines de lieues de leur habitation ordinaire. Agassiz ne cite-t-il pas le fait de tigres du Bengale remontant pendant l'été jusqu'en Sibérie et au Caucase (1)? Il se pourrait donc que des lions émigrés d'Asie, par le nord du Pont-Euxin, aient atteint la Thrace. Mais ce ne fut là qu'une apparition accidentelle, car le fait rapporté par Hérodote est le seul authentique que relève toute l'antiquité. Toutefois il n'en fallait pas davantage pour que l'imagination populaire, frappée par cette aventure célèbre, peuplât de lions la Thrace et la Macédoine.

Voilà comment on peut concilier la vérité scientifique avec le respect dû au texte d'Hérodote. Des critiques moins scrupuleux ont révoqué en doute ou nié l'exactitude de ses informations. On a fait remarquer aussi que la confusion des noms d'animaux est fréquente chez les anciens. Rappelons-nous l'hébreu *Shu'al*, qui signifie *renard* et qui a désigné dans nos langues un carnassier d'un genre tout différent. Élien donne le nom de *lion* au guépard. Dans l'Amérique espagnole le puma a été appelé lion (2). Enfin les Perses ont pu prendre pour des lions des tigres descendus du Caucase dans les plaines de Scythie. Nous venons de voir cette migration des tigres signalée par Agassiz et un autre naturaliste, M. J.

(1) REVUE SUISSE, août 1845, *Sur la géographie des animaux*.

(2) Nous empruntons ces détails à M. Alfred Maury, dont la savante étude sur le lion de Néméc nous a beaucoup servi pour ce détail d'histoire naturelle de la Thrace. Voir *Croyances et légendes de l'antiquité*, pp. 185-219. Toutefois nous ne sommes pas d'accord avec lui en ce qui concerne le mot hébreu *shachal*, usité en poésie pour signifier *lion* et dont M. Maury fait dériver le nom du chacal. A notre avis, le nom du chacal dérive du mot hébreu *shu'al*, qui veut dire *renard*, tout comme le mot arabe correspondant.

Selsky, a fait remarquer que le tigre émigré en Sibérie se couvre d'un poil long et épais. Le colonel Mure pense que les lions d'Hérodote n'étaient pas autre chose que des lynx ou un *felis* quelconque (1).

Quant à faire de la Thrace l'habitat permanent du lion, il n'y a pas à y songer. Comment ces montagnes, si froides en hiver et dont les cimes sont souvent couvertes de neige, auraient-elles fourni un repaire à des animaux qui demandent un climat torride ? Si les lions avaient été indigènes en Thrace, ils seraient certainement descendus dans l'Attique, du moins à certaines époques de l'année.

Les auteurs anciens sont peu fixés sur le nombre exact des tribus thraces. Hérodote en signale vingt et une (2); dans les fragments d'Hécatée de Milet, on trouve treize noms dont deux seulement sont mentionnés par Hérodote (3). Thucydide (4) et Strabon (5) ajoutent chacun six nouvelles tribus. Enfin Pline (6) augmente la liste de vingt noms. En réunissant ces divers calculs, on arrive à porter au nombre de soixante-quatre l'ensemble des peuplades thraces et leurs noms se groupent par ordre alphabétique dans le tableau suivant. Nous indiquons à côté des noms de chaque tribu l'historien qui la cite.

- |                        |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. AORSI (Pl.),        | 8. BOTTLEI (Thuc.),   | 14. CARBILETÆ (Pl.),  |
| 2. APSINTII (Hér.),    | Pl.),                 | 15. CICONES (Hér.),   |
| 3. BANTII (Héc. Mil.), | 9. BRENÆ (Str.),      | 16. CLARÆ (Pl.),      |
| 4. BENÆ (Pl.),         | 10. BRYGI (Hér.),     | 17. CÆLETÆ (Pl.),     |
| 5. BESSI (Hér.),       | 11. BRYSE (Pl.),      | 18. CORPILI (Pl.),    |
| 6. BISALTÆ (Hér.),     | 12. CÆNICI (Pl.),     | 19. CRESTONII (Hér.), |
| 7. BISTONES (Hér.),    | 13. CARBILESII (Pl.), |                       |

(1) *Literature of Greece*, t. IV, p. 402, cité par M. G. Rawlinson, *Herodotus*, t. IV, p. 103.

(2) Hérodote, IV, 49, 93 ; V, 3 ; VI, 34, 45 ; VII, 110, 111, 112.

(3) Müller, *Fragm. hist. gr.*, t. I.

(4) Thucydide, *De bello Pelop.*, II, 96-98.

(5) Müller, *Fragm. hist. gr.*, t. VII, 46.

(6) *Hist. nat.*, IV, 11.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 20. CROBYZI ( <i>Hér.</i> ,<br><i>Héc. Mil.</i> ), | 36. GAUDÆ ( <i>Pl.</i> ),                       | 51. SATRÆ ( <i>Hér.</i> ,<br><i>Héc. Mil.</i> ), |
| 21. DARSII ( <i>Héc. Mil.</i> ),                   | <i>Thuc.</i> ),                                 | 52. SATROCENTÆ ( <i>Héc.</i><br><i>Mil.</i> ),   |
| 22. DATYLEPTI ( <i>Héc.</i><br><i>Mil.</i> ),      | 38. HYPALTÆ ( <i>Pl.</i> ),                     | 53. SCYRMIADE ( <i>Hér.</i> ),                   |
| 23. DENSELETÆ ( <i>Pl.</i> ),                      | 39. MÆDI ( <i>Thuc.</i> ,<br><i>Str.</i> ),     | 54. SELLATÆ ( <i>Pl.</i> ),                      |
| 24. DERSÆI ( <i>Hér.</i> ,<br><i>Thuc.</i> ),      | 40. MÆSI ( <i>Str.</i> ),                       | 55. SINDONÆI ( <i>Héc.</i><br><i>Mil.</i> ),     |
| 25. DESILI ( <i>Héc. Mil.</i> ),                   | 41. MORISENI ( <i>Pl.</i> ),                    | 56. SINI ( <i>Thuc. Str.</i> ),                  |
| 26. DIGERI ( <i>Pl.</i> ),                         | 42. NIPSÆI ( <i>Hér.</i> ),                     | 57. SITHONII ( <i>Pl.</i> ),                     |
| 27. DII ( <i>Thuc.</i> ),                          | 43. ODOMANTI ( <i>Hér.</i> ,<br><i>Thuc.</i> ), | 58. THYNI ( <i>Pl.</i> ),                        |
| 28. DIOBESSI ( <i>Pl.</i> ),                       | 44. ODRYSÆ ( <i>Hér.</i> ,<br><i>Thuc.</i> ),   | 59. TILATÆI ( <i>Thuc.</i> ),                    |
| 29. DISORÆ ( <i>Héc. Mil.</i> ),                   | 45. PANÆI ( <i>Thuc.</i> ),                     | 60. TRAUSI ( <i>Hér.</i> ),                      |
| 30. DOLONCI ( <i>Hér.</i> ),                       | 46. PÆTI ( <i>Hér.</i> ),                       | 61. TRERES ( <i>Thuc.</i> ),                     |
| 31. DROI ( <i>Thuc.</i> ),                         | 47. PRIANTÆ ( <i>Pl.</i> ),                     | 62. TRIBALLI ( <i>Thuc.</i> ,<br><i>Str.</i> ),  |
| 32. DRUGERI ( <i>Pl.</i> ),                        | 48. PYROGERI ( <i>Pl.</i> ),                    | 63. TRISPLE ( <i>Héc.</i><br><i>Mil.</i> ),      |
| 33. EDONES ( <i>Hér.</i> ),                        | 49. SALMYDESSI ( <i>Hér.</i> ),                 | 64. TRIZI ( <i>Héc. Mil.</i> ),                  |
| 34. ELETHI ( <i>Pl.</i> ),                         | 50. SAPÆI ( <i>Hér.</i> ),                      |  |
| 35. ENTRIBÆ ( <i>Héc.</i><br><i>Mil.</i> ),        |   |  |

En examinant cette liste de près, on voit que certains termes diffèrent trop peu pour désigner des tribus différentes. Il est impossible que quelques-uns d'entre eux ne soient pas de simples variantes d'orthographe. Ainsi les *Bessi* d'Hérodote et les *Diobessi* de Pline sont un même peuple. Il en est très probablement de même pour les *Brygi* et les *Brysæ*. Il nous paraît difficile de ne pas identifier les *Carbiletæ* et les *Carbilesi* de Pline, voire même les *Corpili*. Hécatéé de Milet aura confondu les *Darsii* avec les *Dersæ*. M. George Rawlinson pense qu'il n'y a pas lieu de distinguer les *Drugeri* et les *Digeri*, non plus que les *Satræ* et les *Satrocentæ* (1). On sait en effet que la terminaison *-centa*, *-centus* est un suffixe fréquemment employé dans la langue thrace. Comparez *Aulucentus*, *Bithicentus*, *Biticentius*, *Disacentus*, *Eptacentus*, *Rabocentus*, *Zipacenthus*, *Traicenthus*, *Sudicentius*, *Buricentius*, *Βουρκέντιος*, *Μαρκέντιος* (2). Les *Denseletæ* et les *Desili* sont

(1) *Herodotus*, t. III, p. 211.

(2) Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 67. Ce qui prouve

une seule et même tribu, s'il faut en croire M. Tomaschek, qui appuie cette opinion sur la forme épigraphique *Dansala* (1), intermédiaire entre *Desili* et *Denseletæ*, *Dentheletæ* (2). Autant faut-il en dire des *Cæletæ* et des *Sellatæ*, des *Benæ* et des *Brenæ*. Les *Trizi* d'Hécatéè de Milet sont une peuplade gète sur la côte du Pont. Enfin, si l'on y ajoute quelques tribus dont le caractère thracique n'est pas péremptoirement démontré, comme les *Bottixi*, les *Crestonii* et les *Aorsi*, que Pline nomme aussi *Hama-xobii* et qu'il rattache aux Sarmates (3), on arrivera à la conclusion énoncée par Pline que les Thraces se divisaient en cinquante stratégies (4).

On a pu remarquer aussi que les Daces ne figurent pas dans notre recensement. Comme ils se subdivisaient eux-mêmes en un certain nombre de tribus et que d'autre part ils formaient un rameau complètement détaché de la famille thrace, nous n'avons pas voulu les faire entrer en ligne de compte.

Il n'est pas possible d'étudier en détail chacune des cinquante stratégies thraces. Contentons-nous des plus importantes, car bon nombre sont restées inconnues pour ne laisser que leur nom.

à toute évidence que *-centus* est un suffixe, c'est qu'on a trouvé isolé le mot *Zipa*, Ζίπα, du composé *Zipacanthus*, et que ce mot apparaît encore dans d'autres dérivés, Ζιποίτης, Ζυποίτης, Ζειπύτης, Ζιβούτης, Ζιβύτης. M. Tomaschek le retrouve même dans le terme Ζιβυθίδες, cité par Hétychius, et dans Ζιβελμιος, le nom d'un fils de Diegylis. *Aulu*, de *Aulucentus*, signifie « cheval ». *Bitus*, *Bithus* ou *Bitius* se rencontre aussi isolé ou dans d'autres composés. *Traibithus*, *Bithoporus*. Voir Liv., XLV, 42, 5; Polyb., xxx, 12; *Fragm. hist. Græc.*, t. III, p. 609; Wescher et Foucart, *Inscript. de Delphes*, n° 344; Orelli, n° 3552. Tous ces auteurs sont cités dans le beau travail de M. Tomaschek, *Ueber Brumalia und Rosalia*. BULLETIN DE L'ACAD. DE VIENNE, 1868, pp. 380-393). Quant à *Buri* de *Buricentius*, Βουρικέντιος, c'est le premier élément de *Burebista*. L'inscription suivante le donne seul : *Aur. Buri. Mil. Coch. X. Pr.* Voir Marini, *Atti de' frati Arvali*, p. 436.

(1) Brambach, *Inscrip. Germ.*, n. 980, 1290.

(2) Tomaschek, *op. cit.*, p. 15.

(3) Pline, *Hist. nat.*, IV, 25.

(4) Pline, IV, 11.

II. — *Les Daces et les Gètes.*

Les anciens savent peu de chose des Daces avant l'expédition de Trajan, qui soumit les populations du Danube à l'empire romain. César est le premier écrivain qui en fasse mention (1).

Nous l'avons vu, de très bonnes raisons font conclure à la parenté ethnographique des Gêto-Daces et des Besso-Thraces. Voici comment M. Tomaschek refait l'histoire des premières migrations du rameau daco-thrace. « Les Daces et les Thraces bessiens sont des émigrants aryaques qui, de très bonne heure, plusieurs siècles avant les Scolotes du Pont et les Sauromates encore plus situés à l'est, quittèrent la patrie première des Aryas et se fixèrent dans les Carpathes, la chaîne de l'Hémus et le Rhodope (2). » Le thrace et le dace se sont séparés de bonne heure, on explique ainsi les différences tranchées qui distinguent les deux idiomes : la terminaison *dava*, par exemple, s'est localisée dans la Dacie, et l'élément *para* n'apparaît jamais dans les noms propres daces.

Quand les Daces se fixèrent dans la région des Carpathes, tandis que les Thraces, leurs frères, descendaient vers le sud, la première tribu détachée du noyau principal fut connue sous le nom d'*Agathyrsi*. Hérodote la signale (3).

A l'époque du grand historien, les Agathyrses s'étaient considérablement avancés vers l'ouest dans la plaine de la Marosch, en Transylvanie. Au témoignage d'Hérodote, les Agathyrses étaient un peuple ami du luxe ; ils se couvraient d'or recueilli en abondance dans leur pays. On sait que la région bornée au nord et à l'est par les Carpathes renferme encore aujourd'hui des filons aurifères. Hérodote nous apprend en outre que les Agathyrses avaient

(1) *De bello Gallico*, XI, 25.

(2) *MUSÉON*, t. II, p. 401.

(3) *Liv.* IV, 49, 104.

des épouses en commun : ils vivaient comme des frères d'une même famille et ne connaissaient ni l'envie ni la haine. Leurs coutumes ressemblaient très fort à celles des Thraces.

M. G. Rawlinson hésite à se prononcer sur le caractère ethnographique des Agathyrses(1). Il rapporte, en la qualifiant d'aventureuse, l'opinion de Niebuhr qui rattachait les Agathyrses aux Thraces et aux Daces (2). Karl Ritter en faisait des Sarmates(3). M. Roesler, auquel nous devons une suite de beaux travaux sur les populations danubiennes (4), cite encore bien d'autres opinions (5), par exemple celle de M. Frédéric Müller, qui rapproche les Agathyrses des Celtes. Cette hypothèse ne repose sur aucun fondement. Les recherches récentes sur l'ethnographie danubienne ont donné un regain de popularité aux idées de Niebuhr. Voici une particularité qui pourrait encore confirmer l'identité des Agathyrses avec les Thraces. Nous avons constaté plus haut que le tatouage est une coutume caractéristique des peuples thraces : or plusieurs auteurs, Virgile (6), Solin Polyhistor (7) et Pomponius Mela (8) signalent cet usage chez les Agathyrses. Toutefois ce n'est là qu'une présomption, car les Thraces répandirent cette coutume chez des nations qui n'avaient avec eux aucun rapport ethnographique.

Si les Agathyrses furent les premiers peuples du rameau dace qui s'établirent en Europe, ils ne tardèrent pas à se fractionner en un très grand nombre de tribus diverses, qui

(1) *Herodotus*, t. III, p. 90.

(2) *Kleine Schriften*, t. I, p. 377.

(3) *Vorhalle*, t. I, pp. 286-287.

(4) La plupart de ces études ont paru dans les BULLETINS DE L'ACADÉMIE DE VIENNE. Citons surtout : *Die Geten und ihre Nachbarn*, 1863. — *Das vorrömische Dacien*, 1864. — *Die griechischen und türkischen Bestandtheile im Romänischen*, 1865. — *Dacier und Romänen*, 1866.

(5) Roesler, *Die Geten*, p. 146.

(6) *Æn.*, IV, 146.

(7) Chap. XX.

(8) *Lib.* II, I.

furent bientôt connues sous le nom générique de *Daci*. Cette dénomination ethnographique se présente sous des formes fort variées. Les Grecs disent Δάκοι avec Strabon, Δακοί et Δάκοι avec Dion Cassius et Dioscoride ; on trouve Δάκιες chez Eustathe et enfin Δάοι est souvent employé (1). Chez les Latins a prévalu *Davus*, *Dacus* ; pourtant Trogue Pompée dit *Dacius*. Vopiscus se sert de la forme dérivée *Dacisci*, qu'on rencontre aussi sur des inscriptions (2). M. Roesler pense que la forme Δακήνσιοι fut aussi en usage (3). Cette terminaison est fréquente chez les tribus daces (Ἀλβοκήνσιοι, Βουριθέηνσιοι, Καυκοήνσιοι, Κοπήνσιοι, Ποτουλαπήνσιοι, Πρεδανήνσιοι, Ραπακήνσιοι, Σαλοκήνσιοι, Σήνσιοι). Enfin le même nom revient fréquemment dans le vocabulaire géographique de l'ancienne Perse. Pline nomme les Δάσαι, Δάοι, *Dahæ* et *Daciï* parmi les peuples de la Sogdiane (4). Les *Dahi* sont cités par Hérodote (5), et M. Rawlinson (6) admet que le même peuple est signalé par le mot *Dehâvê* du premier livre d'Esdras (7). En Bithynie, il y avait un endroit du nom de Δακίβυζα.

On a proposé de cette dénomination ethnique les étymologies les moins satisfaisantes. Grimm conjecturait un rapprochement avec le gothique *dags* « jour ». On serait ainsi amené au sens de « brillant, lumineux ». Mais *dags* se rat-

(1) Nous sommes assurés de l'identité de Δάκοι et de Δάοι par Étienne de Byzance, qui dit : οἱ Δάκοι, οὗς καλοῦμεν Δάους.

(2) Orelli, *Inscript.* n° 5286.

(3) *Dacier und Romänen*, p. 89. Le nom de Gètes sert souvent chez les poètes latins à désigner les Daces, et le premier nom est plus fréquent que le second (*Das vorrömische Dacien*). M. Roesler a compté que Virgile nomme quatre fois les Gètes, une fois les Daces ; Lucain parle trois fois des Gètes, deux fois des Daces ; Martial six fois des Gètes, trois fois des Daces. Valerius Flaccus et Ovide ne parlent que des Gètes ; mais Horace cite deux fois les Gètes, cinq fois les Daces ; Juvénal une fois les Gètes, deux fois les Daces.

(4) *Hist. nat.*, VI, 16, 17.

(5) Liv. 1, 126.

(6) *Herodotus*, t. 1, p. 413.

(7) Ch. IV, 9. La Vulgate porte *Dievi*, mais dans le texte hébreu on lit *Dehâvê* qui se rapproche davantage de *Dahi*, *Davi*.

tachant à la racine sanscrite *dah*, il est difficile d'arriver ainsi à *Daci*, Δάσιοι. Pour Leo, les *Daci* étaient les « agiles ». Comparez la racine sanscrite *dhāv* « courir ». M. Tomaszek se rapproche davantage de la vérité quand il rattache *dava* au bactrien *daqyu*, *danhū* « canton ». Le *Davus*, c'est donc « le membre du clan, le campagnard ». Nous trouverons plus tard une étymologie semblable au mot *Bessus*. M. G. Rawlinson avait prévenu cette interprétation quand il traduisait le mot *Dahi* par « *rustici* » (1). Mais le savant professeur de Gratz propose aussi une autre dérivation, beaucoup moins naturelle à notre sens. La forme primitive serait non pas *dav*, mais *dāk* ; la dernière lettre pourrait être de nature suffixale et de cette façon on devrait rattacher à la racine *dā* le nom générique des Daces. Comparez le sanscrit *dāsa*, le bactrien *dāonha*, c'est-à-dire « celui qui sait ». Les *Dāks*, ce sont donc « ceux qui se comprennent et peuvent se parler ». Cette étymologie serait confirmée par celle des Slaves dont le nom vient de *slowjan* « parler » (2).

Strabon nous apprend qu'à l'époque de Bérébiste les Daces pouvaient mettre sur pied 200 000 hommes (3).

C'est une base de calcul pour essayer un recensement des Daces. On peut sans exagération porter ces forces militaires au dixième de la population et par suite évaluer le nombre des Daces à 2 000 000. En effet, les Daces s'occupaient fort peu d'agriculture, ils étaient pasteurs ; en outre le pays n'était pas très peuplé et la plupart des hommes se mettaient sous les armes sans qu'il en résultât beaucoup d'inconvénients pour la vie sociale. Sans doute le calcul que nous venons de faire ne se vérifie pas pour les nations modernes : on trouve cependant certaines analogies saisissantes. Ainsi la Serbie, qui compte un million d'habitants, possède une armée régulière de 100 à 150 000 fantassins et de 7 à 10 000 cavaliers.

(1) *Herodotus*, t. 1, p. 413.

(2) *Muséon*, t. 11, pp. 401, 404.

(3) Strabon, liv. VII. Voir R. Roesler, *Das vorrömische Dacien*, pp. 318, 377.

Les Daces, à l'époque où les armées romaines pénétrèrent dans le pays, étaient divisés en plusieurs tribus ; mais il est difficile de démêler celles qui étaient de pur sang dace. De nombreuses populations s'étaient infiltrées, surtout les Bastarnes celtiques, les Sarmates du Danube, les Jazyges finnois, les Illyriens de Pannonie. On ne peut guère se fier aux sources géographiques, elles sont relativement trop récentes. Hérodote ne parle que des Agathyrses. Strabon et Ptolémée, quand on n'a pas le contrôle du père de l'histoire, ne sont pas sûrs, et il manque une date pour apprécier l'époque à laquelle se ramènent leurs renseignements. Dion Cassius prend les Daces de la période romaine. Il faut donc être très circonspect dans l'étude ethnographique de la Dacie, sous peine de commettre des anachronismes. Heureusement nous avons un guide sûr. M. Tomaschek a publié une étude très intéressante sur les restes de la langue dace (1) : il en a choisi les échantillons avec la plus grande prudence. Nous aurons soin de ne pas nous écarter de la voie qu'il a tracée.

On peut, d'après M. Roesler (2), reconnaître comme daces les tribus suivantes, dont Ptolémée nous a laissé les noms (3). A l'ouest, entre la Theiss (autrefois *Pathissus*, *Parthiscus*, *Tibiscus*) et les Carpathes, on trouvait en partant du nord les *Anarti*, les *Prædanenses*, les *Biephi* et les *Albocenses*. Les tribus du sud étaient les *Saldenses*, *Ciagissi*, *Piephigi* et *Senses*. A l'est se rangeaient les *Cotenses*, les *Caucoenses* et les *Cistoboci*. Enfin le centre de la région était occupé par les *Taurisci*, les *Ratacenses*, les *Burideenses* et les *Potulatenses*. Aucun de ces noms n'est relevé par M. Tomaschek ; mais le savant professeur de Gratz donne l'étymologie de quelques noms géographiques. Cette étude est très importante pour nous démontrer l'ori-

(1) MUSÉON, t. II, pp. 39, 411.

(2) *Dacier und Romänen*, p. 89.

(3) III, 8. 5.

gine aryaque et, en particulier, éranienne de l'idiome dace. Le lecteur voudra donc nous permettre une petite digression philologique, aride peut-être, mais trop utile à notre but pour que nous puissions l'omettre.

Le nom de la ville de *Zurobara*, près de la Theiss, chez les Biephi, veut dire « ville forte », car *bara*, *vara* signifie « ville », et le premier élément *Zuro*, qu'on rencontre aussi dans le nom *Zyraxes* d'un prince gète, correspond au bactrien *Zura* « puissance ». La même peuplade des Biephi possédait un château fort du nom de *Tiriscum*. M. Tomaschek rapproche ce terme des noms propres *Τίριζα*, promontoire sur la côte du Pont-Euxin, *Tiristasis*, cap et château fort dans la Propontide et *Τέριζοι*, peuplade gète. On peut reconnaître ici le sanscrit *tîra* (racine *tar*), « côte, bord ».

*Berzovia* (*Berzobis*), ville des Albocenses, c'est « la cité des bouleaux », car le zend *bareza*, en néo-persan *burz*, n'est pas méconnaissable ici. Chose plus curieuse, la forme dace se rapproche surtout des noms du bouleau dans les dialectes du Caucase et du Pamir : en effet, l'ossète dit *barse*, *bärs* ; et en wakhi, on a *furz* (1). C'est encore par l'éranien que doit s'expliquer le nom d'*Aizizi*, ville située dans la même tribu des Albocenses. *Azi*, en bactrien, signifie « chèvre ». On retrouve l'aryaque *áp*, eau, dans l'*Apus*, ruisseau au sud-ouest de la Dacie.

Les Saldenses avaient deux cités dont la dénomination paraît appartenir au vieil idiome dace : *Amutrium* et *Drubetis*. La première s'expliquerait par le zend *mûthra* « immondices » ; d'où *amûthriya* « sans immondices, propre ». Dans *Drubetis* on peut voir l'aryaque *druvant* « abondant en arbres ». L'échange du *b* et du *v* est normal dans les dialectes thraces.

Le fleuve *Aluta*, qui traverse le pays des Ciagissi et dont la forme primitive devait être *Aruta* (comparez *Arutela*), correspond au sanscrit *arvant*, éranien *aurvant* « rapide ».

(1) Tomaschek, *Die Pamir-Dialekte*, p. 60.

Cette dérivation est appuyée par le thrace *auru*, *aulu* « cheval », (dans les noms propres *Αύλουκραμης*, *Aulucentus*, *Aulurena*, *Αύλουτραλης*) équivalent du zend *aurva*.

La ville de *Netindava*, située non loin du Danube et près de la grande courbe que décrit le fleuve vers le sud, renferme probablement un élément apparenté au sanscrit par le mot *nata* « courbé ». Cet élément reparait dans *Natoporus* et *Natuspardo*, noms de princes daces.

Dans la tribu des Cotenses, on trouve comme noms purement daces *Zusidava*, *Ramidava* et *Tamasidava*. Les deux premiers noms, qui signifient « séjour agréable » (racines *zush*, « aimer », *ram* « se réjouir »). Cette racine *zush* se retrouve encore en dace dans le nom d'une plante. L'armoise, *Artemisia campestris*, s'appelait en dace ζουόστρι(1), terme qui correspond parfaitement au zend *zushita*. Aujourd'hui encore, on se sert en Roumanie de l'armoise pour communiquer au vin un goût amer agréable. Quant à *Tamasidava*, c'est la ville obscure (sanskrit *tamasa* « obscurité »), la cité des brouillards, le Londres de la Dacie.

Au nord de *Tamasidava*, dans le territoire des Caucoenses, se trouvait *Utidava*, qui doit signifier « la ville des saules ». En effet, *Utis*, qui se voit aussi dans le nom *Utus* d'une rivière de Mésie, est identique au bactrien *raéti* « saule », en grec *ἰτία*, osier. Cette étymologie est d'autant plus probable qu'Arrien interprète le nom de l'Utus par *Αύγισος*, c'est-à-dire « ruisseau du saule » (2). Nous nous séparons donc complètement de l'ancienne opinion de M. Tomaschek, qui croyait retrouver dans *Uti* le phrygien *Féδν*, « eau » (3). M. Tomaschek a du reste renoncé à cette explication (4).

*Carsidava* est la principale ville des Cistoboci. La première partie du composé entre fréquemment dans les déno-

(1) Dioscoride, éd. Sprengel, III, 117, p. 463.

(2) En grec *λυγός* veut dire baguette d'osier.

(3) *Ueber Brumalia und Rosalia*, p. 356.

(4) Dans l'article plusieurs fois cité du MUSÉON.

minations géographiques de la Thrace. Il y a *Carsum* sur le Danube dans la Scythie inférieure ; *Carsaleum* est un château fort du pays des *Sellatæ*, dans l'Hémus oriental entre *Abylæ* et *Soatræ*, et l'on connaît chez les Odryses les noms de lieux *Ἐρύλαρσις* et *Μόλαρσις*. Peut-être aussi faut-il songer au philosophe scythe *Anacharsis*? Quoi qu'il en soit, on peut comparer à l'élément *αρσις* le sanscrit *krshi* et l'éranien *karsi*, ou la racine *kars*, qui veut dire « labourer, tracer des sillons ».

C'est du centre de la Dacie, dans la région des *Agathyrsi*, la plus ancienne tribu dace, que se trouvent les villes les plus importantes et celles aussi dont le nom accuse plus nettement une origine éranienne. Dans *Napoca*, *Νάπουχα* (aujourd'hui Klausenburg en Transylvanie), M. Tomaschek voit la racine aryenne *nap*, qu'il retrouve également dans *Νάπαρις*, affluent du Danube. A notre avis, cette interprétation rencontre une difficulté. La racine *nap* n'a donné que des noms de parenté (*naptar*, *nepos*. ἀνεψιός, *nipt*, *nift*). On ne voit pas bien la signification raisonnable d'un nom de ville dérivant de cette racine. Au contraire, le nom de *Germizera* (*Germizara*, *Germigera* ou *Zermizirga*) s'explique fort naturellement. *Germizera* était renommée par ses sources d'eau thermale : aussi l'aryaque *gharma* « chaud » est-il reconnaissable dans la première partie du mot. Dans *gera* ou *zara*, le second élément, nous croyons trouver l'équivalent du sanscrit *jāla* « eau ».

Les princes daces résidaient à *Zarmizegethusa* (*Zarmigethusa*, *Zarmigethusum*, *Zarmisetusa*, *Zamursagethusa* et *Sarmategte* dans la Table de Peutinger). C'est aujourd'hui Varhely, au sud-ouest de la Transylvanie. M. Tomaschek donne une singulière étymologie (1) : il décompose *Zarmizegeth-usa* en trois éléments, dont le premier signifie palais (sanscrit *harmya*), le second désigne la mobilité de la vie (sanscrit *jagat*, participe de *gā* « aller ») et le troisième *usa*, de *ush*, veut dire « qui illumine, rayonne ». D'où

(1) MUSÉON, t. II, p. 418.

*Zarmizegethusa*, c'est « le palais qui illumine le monde de la vie ». Cette dérivation est trop compliquée pour être vraie. Nous proposons la suivante. *Zarmi* est le sanscrit *gharma* « chaud » ; nous venons de voir que *Germizera* devient parfois *Zermizirga*, comme *zera* est changé en *gera* dans *Germigera* et *Zebeleizis*, dieu des Gètes, en *Gebeleizis*. Dans la seconde partie nous pouvons négliger *usa*, qui est un suffixe (comparez *Ophiusa*), puisque la Table de Peutinger l'a perdu dans la forme *Sarmategte*. Reste à expliquer *Zegeth*. La ville de *Zarmizegethusa* est située sur les bords d'une rivière nommée autrefois *Sergetia* (1). Ne peut-on rapprocher *Serget* et *Zegeth* ? Il y a aussi le nom de ville *Zargidava*. Tous ces termes pourraient être apparentés au sanscrit *sarj*, bactrien *harez* ; *sarjana*, *harezána* « écoulement ». *Zarmizegethusa* a donc un sens analogue à celui de *Germizera*. D'ailleurs toute cette contrée était riche en eaux thermales. Non loin de *Zarmizegethusa* se trouvait un endroit appelé *ad Aquas* « aux eaux (chaudes) » et le nom de *Tapæ*, défilé de Vulcain dans les Carpathes, suppose une allusion analogue ; car la racine *tap* signifie brûler. Nous nous séparons ici de M. Tomaschek, qui pense qu'en dace se sera développé le sens de « presser, resserrer », et de M. Roesler, qui voit dans *Tapæ* une corruption de *τοποι* (2).

Les historiens ont conservé le nom d'un grand nombre de princes daces. Nous résumons dans le tableau suivant les remarques philologiques qui ont été faites à ce sujet (3).

1. BALAMNA, (Inscr.) = « le fort » ; sscr. *bala* « force ». Cfr. *Dece-balus*, *Bric-belu*, Οὐάρζβαλος, Δρειβελις
2. BARCATHES, (Inscr.) = « le loup » ; sscr. *vrika*, *varka*.
3. BICILIS, (Βίζιλις, Dion Cass.) = « le chantre sacré » ; sscr. *vikiri*.

(1) Roesler, *Das vorrömische Dacien*, p. 353.

(2) *Das vorrömische Dacien*, p. 339.

(3) Les éléments de ce tableau sont empruntés à MM. Roesler, *Dacier und Romänen*, pp. 86-89, et Tomaschek, *Muséon*, t. II, pp. 402-410.

4. BLAVUS, (Inscr.) = « *flavus* » ; le jaune (?).
5. BOEREBISTES, (Βορεβίστας, Βορεβίστης, *Boroistes, Burobostes, Rubobostes, Burvista* ; — Strabon, Trog. Pomp., Jornandès) = « le possesseur » πολυκτημόων ; sscr. *blūri* et éranien *viçta* (1).
6. BRIGELU, (Inscr.) = « la force du loup » ; sscr. *vrikabala*.
7. COMOSICUS, (Jornandès) = « qui aime l'amour » ; sscr. *kâma-sakli*.
8. COTISO, (Liv., Hor., César, Strab.) = « *amatus* » ; sscr. *kâta*. Cfr *Cothelas, Cotys*.
9. DAGA, (Inscr.) = « le Dace », variante de *Daha, Dâka* ?
10. DECÆNEUS, (Strab., Dion Cass., Jornand.). Cfr DECEBALUS ; = « qui sait » (*dâk, dek* ; sscr. *dâsa*) ; ou « le Dace ».
11. DECEBALUS, (Dion Cass.) = « la force des Daces », *Dâkabala* (2).
12. DIEGIS, (Dion Cass.) = Cfr *Biessi* et *Bessi* ; même chose que *Daga* ?
13. DRIGISA, (Inscr.) = « le pauvre » ; zend *driglu*.
14. DURIPANEUS, (*Diurpaneus, Dorpaneus* et *Douras* ; Orose, Dion Cass.) = « admiré au loin », sscr. *dûrepanya* (3).
15. NATOPORUS, (Inscr.) « qui s'appuie sur un autre » ; *nâth* « chercher du secours ». Cfr *Natuspârdo*.
16. PETOPORUS, (Inscr.) = « le chef suprême » ; sscr. *pratîpâla*. Cfr. *Petoporiani, Petecoboletica*. (Tab. Peut.)

(1) Bérébiste est le premier prince dace dont l'histoire fasse mention. Il fut le législateur et l'organisateur de la nation.

(2) On peut lire dans Roesler, *Das vorrômische Dacien*, pp. 353, 354, une longue dissertation sur le nom de Décébale, le dernier roi des Daces, vaincu par Trajan. Plusieurs auteurs, Grimm, H. Leo et récemment M. Duruy, *Histoire des Romains*, t. IV, pp. 736-770, passim, ont pensé que Décébale est un nom appellatif signifiant chef des Daces, à peu près comme le Brennus gaulois. Cette opinion n'est pas probable, non plus que les étymologies de *Dâka baal* (sémitique *baal*), roi des Daces, *Dâka phala* (sanskrit *phala*, fruit), *Daka bhâla* (sscr. *bhâ*, briller) « lumière des Daces ». M. Fligier propose une autre explication qui n'est pas sans valeur. D'après Hétychius (voir P. Boetticher, *Arice*, p. 31), en phrygien βαλλήν ou βαλῆν signifiait « roi ». C'est cet élément que M. Fligier retrouve dans les noms propres thraces et dans *Oeбалos, Decebalus, Bubalos, Varbalus, Dribalis*. Voir Fligier, *Zur prâhistorischen Ethnologie der Balkanhalbinsel*, p. 44.

(3) Ce nom est très souvent donné à Décébale, et voilà pourquoi l'on a cru que Décébale était un simple titre. M. Roesler propose l'étymologie de *durpâni* « à la main terrible ». Voir *Das vorrômische Dacien*, p. 354.

17. OROLES, (Justin) = « qui veut » ; sscr. *var* (latin *volo*). Cfr *Ὀρολος*.
18. SCORYLO. (Frontin) ; Cfr *Coryllus* de Jornandès et *Scerulo* (C. I, t. III, n° 6145). Ces noms ne sont pas aryaques.
19. SIGAVUS, (Inscr.) = « le puissant » ; sscr. *çaka*.
20. SITALCUS, (Jornand., Thueyd.) Cfr *Σιταξ* et *Rhæmetalces*, « l'actif, le hardi ».
21. SUSAGUS, (Pline) = « l'homme dur » ; sscr. *çushka*, zend *huska*, lith. *suchū*.
22. VEZINAS, (Dion Cass.) « le fort » ; bactrien *vaz*.
23. ZANIS, (Inscr.) = « le noble » ; racine *jan*, *zan*.

Il y avait chez les Daces deux grandes castes dont nous devons nous occuper un instant : celle des magnats, qui portaient le nom de *Tarabostæi*, et celle des anachorètes, nommés *Polistæ*, *Plistæ*. Les premiers avaient pour insigne un chapeau noir en feutre : aussi les Grecs les appelaient-ils *οἱ πιλόφοροι*. On peut voir sur la colonne Trajane tous les chefs daces affublés de cette coiffure terminée en pointe. Nous avons déjà signalé une coutume semblable chez les Thraces. M. Roesler a rappelé la *tiara* phrygienne et le bactrien *baçta* qui veut dire « lié ». On peut aussi songer au zend *tarva*, *thaurva* « dur, fort », qui a donné du reste au dace le nom de *Tarbus*, prince des montagnards indépendants.

L'historien Josèphe nous apprend que les *Polistæ* étaient des prophètes fameux, sectateurs du dieu des Gètes, Zalmoxis, dont nous parlerons tout à l'heure (1). Ces anachorètes jouissaient auprès du peuple d'une haute considération. Voilà pourquoi M. Tomaschek croit voir dans leur nom l'éranien *fraêsta*, « très puissant ». La terminaison a l'air d'un superlatif aryaque que nous pouvons rapprocher du mot *κτισται*, nom des ascètes chez les Mésiens.

Toute cette étude sur les Daces s'est bornée à des

(1) *Archeol.*, 18, 115.

recherches purement philologiques. Il n'existe pas d'autre source d'investigations. Encore ne l'avons-nous pas épuisée. Pour être complets, nous devrions parler des gloses en langue dace, consignées dans un ouvrage sur les plantes médicinales par Dioscoride d'Anazarbe en Cilicie, contemporain de Néron. Mais ce travail a été fait plusieurs fois, et nous avons peu de chose à y ajouter. Nous renvoyons le lecteur à l'intéressant essai de reconstitution tenté par notre savant ami, le D<sup>r</sup> Tomaschek, professeur à l'université de Gratz (1), et à la nomenclature de M. E. Roesler (2).

Il y aura à revenir sur les Daces dans la troisième partie de ces recherches ethnographiques : nous montrerons alors comment du vieux sang dace, mêlé à celui des colons de Trajan, sortit une nation nouvelle, transformée par l'influence latine, le grand peuple des Romains d'Orient.

Maintenant nous quittons la Dacie et, le Danube franchi, nous pénétrons en Thrace. Ici les investigations vont porter sur un terrain plus sûr : les documents historiques remontent assez haut pour fournir à l'ethnographe des races relativement pures. Presque toujours Hérodote sera notre guide, et l'on peut, suivant la juste remarque du R. P. Delattre, le suivre de confiance avec les précautions convenables (3).

En remontant le Danube depuis son embouchure, on rencontre d'abord les *Gètes*. Ils étaient, dit Hérodote, la plus noble et la plus courageuse des tribus thraces. Leur territoire comprenait surtout le pays qui s'étend entre l'Hémus et le Danube et correspondait précisément à la moderne Bulgarie. Mais ils ne tardèrent pas à s'établir sur les deux rives du Danube et l'on peut croire qu'en se développant graduellement, les Gètes ont formé le fond

(1) MUSÉON, t. II, pp. 394-402.

(2) *Dacier und Romänen*, pp. 83-86.

(3) *Le Peuple et l'empire des Mèdes*, p. 175.

de la population dace, qui s'est avancée ensuite vers le nord dans la région des Carpathes (1).

On a voulu voir dans les Gètes le peuple des intelligents. en rapprochant leur nom du sanscrit *chit* « intelligence » (2). Il est très vrai que les Daces et les Gètes jouissaient dans l'ancien monde, malgré leur état de barbarie relative, d'une réputation justifiée d'intelligence et de finesse. Déjà au v<sup>e</sup> siècle avant notre ère, les Athéniens recherchaient les esclaves gètes et daces pour en faire des pédagogues. Voilà pourquoi *Geta* et *Davus* sont, dans Plaute, Ménandre et Térence, les noms classiques qui servent à désigner l'esclave et le maître d'école. Quoi qu'il en soit de la réelle intelligence du peuple gète, le rapprochement de *Geta*, Γήτα, et de *chit* est inadmissible.

Grimm (3) et Pictet (4) faisaient de *Geta* un dérivé de la racine sanscrite *jan* (en grec γεν, en latin *gen* de *gigno*, *genui*, *genitor*) et l'équivalent exact du participe *jāta* « engendré, né ». Par suite les Γήται, ce sont les hommes de la race par excellence, c'est-à-dire de celle des Aryas. Citons encore l'étymologie de M. Tomaschek (5), qui fait venir *Getæ* de *gāta* « émigrant ». Toutefois, si le *j* initial a été grécisé en *γ*, ce qui est probable, M. Tomaschek admet qu'on peut croire aussi à l'aryaque *jit* « conquérant ».

A notre sens, l'explication de Pictet est la plus vraisemblable. Elle concorde avec ce que l'histoire nous enseigne du sens primitif du mot *Arya*, et elle rencontre un parallélisme frappant dans le nom des Allemands, *Deutsche*, qui,

(1) Cette hypothèse est fondée sur un passage de Justin 32, 3, 16, *Daci quoque suboles Getarum sunt*, et sur un autre de Dion Cassius, 51, 22, *Δακοί, εἴτε δὲ Γέται τινές, εἴτε καὶ Θράκες τοῦ Δακικοῦ γένους τοῦ τῆν Ῥοδόπην ποτὲ ἐνοικοῖσαντες ὄντες*. Elle a été développée par M. Roesler, *Das vorrömische Dacien*, pp. 314, 315.

(2) Bergman, *Les Scythes*, p. 7.

(3) *Geschichte der deutsche sprache*, p. 214.

(4) *Origines indo-européennes*, 2<sup>e</sup> édit., t. 1, p. 100.

(5) *MUSEON*, t. 11, p. 406.

provenant de *diutiska*, en ancien-allemand *diota* et en gothique *thiuda* « peuple, nation », signifie par conséquent « les hommes de la nation ».

Hérodote insiste beaucoup sur la croyance des Gètes à l'immortalité de l'âme. Voici comment est résumé l'ensemble de leurs idées à cet égard (1). Ils sont convaincus qu'ils ne mourront pas, en ce sens qu'en quittant la vie ils iront chez *Zalmoxis*, leur dieu favori, qu'ils appellent aussi *Gebeleizis*. Tous les cinq ans, ils envoient à ce dieu un messenger, qu'ils choisissent par la voie du sort dans toute la nation et qui est chargé de porter leurs requêtes. On se demande quelle route cet ambassadeur doit suivre pour arriver au ciel et y remplir sa mission. Le moyen est bien simple. Un certain nombre de guerriers se tiennent rangés en cercle ; ils ont à la main trois dards. D'autres saisissent le messenger qui doit être envoyé chez *Zalmoxis*, lui prennent les mains et les pieds, le balancent pendant quelque temps et puis finissent par le lâcher. Le malheureux est lancé dans les airs et retombe sur la pointe des javelots. S'il est percé de manière à expirer sur le coup, c'est un signe que le dieu est propice ; s'il n'est pas mort, la faute en est rejetée sur l'ambassadeur, et on en choisit un second qui subit le même sort.

Il ne sera pas sans intérêt de nous arrêter un instant à cette personnalité de *Zalmoxis*, qui était le principal objet du culte des Gètes. A en croire le père de l'histoire, qui rapporte ce que lui ont appris les Grecs de l'Hellespont et du Pont, *Zalmoxis* aurait eu une existence réelle et humaine. Pendant un séjour dans l'île de Samos, il aurait été l'esclave de Pythagore, fils de Mnésarque. Après avoir reconquis la liberté, il se serait enrichi et aurait quitté Samos pour rentrer en Thrace. Les Thraces étaient encore un peuple pauvre et ignorant. Alors *Zalmoxis*, qu'un long séjour au milieu des Grecs et de fréquents rapports avec

(1) IV, 94.

le plus illustre de leurs philosophes, Pythagore, avaient initié au genre de vie des Ioniens et à des manières plus raffinées, se bâtit un édifice où il réunissait souvent les principaux de ses concitoyens. Il leur enseigna que ni lui, ni eux, ni leur postérité ne mourraient, mais qu'ils arriveraient dans un lieu où ils vivraient dans la jouissance éternelle des plus ineffables délices. Toutefois, sous la chambre où il assemblait ses amis, Zalmoxis avait construit un appartement secret dans lequel il disparut un jour aux yeux des Thraces stupéfaits, qui le pleurèrent comme s'il eût été mort. Le rusé législateur passa trois ans dans sa cachette. Au bout de cet intervalle, il apparut périodiquement, et ainsi s'accrédita l'idée de son immortalité.

Strabon raconte un peu différemment l'apothéose de Zalmoxis (1) ; il indique même avec précision le lieu que le pontife des Gètes avait choisi pour sa retraite. Ce n'était pas, comme chez Hérodote, un appartement souterrain, mais un antre de difficile accès, creusé dans le flanc d'une montagne, nommée par Strabon *Κωγαίωνον*, près d'une rivière de même nom qui passait au pied de la montagne. Le savant d'Anville, géographe du roi au siècle dernier, a cru découvrir ce lieu remarquable (2). Il avait reçu du prince Antiochus Cantémir, ambassadeur de Russie à la cour de France, une carte manuscrite de Moldavie. Cette carte était l'ouvrage du père du prince Cantémir, qui l'avait dressée au temps où il gouvernait la Moldavie en qualité de hospodar. Or, sur cette carte, un des sommets des Carpathes se nomme *Kaszon* ou *Kaszin*, et il en descend du côté de la Roumanie une petite rivière qui porte la même appellation. Il n'en fallut pas davantage à d'Anville pour identifier *Kaszon* avec *Κωγαίωνον* de Strabon, et pour se flatter de reconnaître et de fixer le lieu dont le géographe fait mention !

(1) Liv. VII.

(2) *Mémoire sur la nation des Gètes*, ACADÉM. DES INSCRIPT. ET BELLES-LETT., 1759, t. XXV, pp. 40-42.

On a fait encore d'autres tentatives pour retrouver la grotte de Zalmoxis. Ainsi Katancsich voit la montagne *Κωγρίωνον* dans le mont *Gogany* près de Mika (1). Enfin il en est qui placent cette montagne et ce fleuve au sud du Danube (2). Mais nous ne pouvons pas insister plus longtemps sur ces absurdités qui parfois égarent les savants (3).

Hérodote, en mentionnant la légende de Zalmoxis d'après les données des Grecs, ajoute ses propres appréciations. Sans accorder une foi entière à l'histoire de Zalmoxis et à sa chambre souterraine, il ne rejette pas complètement les faits. Mais, en tout cas, il affirme que Zalmoxis vivait bien avant Pythagore.

Cette opinion d'Hérodote, qui sacrifie ici l'amour-propre national à la vérité, nous semble devoir prévaloir. Si d'autres écrivains grecs ont voulu revendiquer pour leur patrie l'honneur d'avoir formé le législateur des Gètes, le père de l'histoire, tout en rapportant ce qu'il plaisait aux Grecs de débiter sur le compte de Zalmoxis, tient à affirmer nettement sa propre manière de voir. Et celle-ci est la vraie, comme l'a fort bien démontré d'Anville. Pythagore mourut moins de cinq cents ans avant l'ère chrétienne. Or, Aulu-Gelle remarque qu'en 431 avant J.-C., Hérodote avait déjà cinquante-trois ans (4). L'historien est donc à peu près contemporain de Pythagore. En supposant Zalmoxis un peu plus jeune que le maître qu'on lui attribue, il pouvait vivre encore lorsque Hérodote a vu le jour. Ce synchronisme donne un grand poids à l'opinion d'Hérodote en ce qui concerne l'époque à laquelle florissait Zalmoxis (5).

Mais M. Stein accorde moins de créance à Hérodote pour l'ensemble de la légende. Il croit remarquer dans le récit de l'historien un ton de persiflage peu compatible

(1) *Orb. antiq.*, t. I, p. 374.

(2) Voir Guigniaut, *Religions de l'antiquité*, t. II, p. 1072.

(3) L'expression est de M. Roesler, *Das vorrömische Dacien*, p. 364.

(4) Liv. XV, cap. 23.

(5) D'Anville, *Mémoire sur la nation des Gètes*, pp. 44.

avec l'accent de la vérité. Hérodote se fait l'écho de la tradition hellénique, un peu railleuse à l'endroit de ces peuples du Nord, que la Grèce traitait de barbares. M. Stein s'attache avec plus de confiance à la version de Strabon, qui paraît avoir été puisée à des sources moins suspectes. Le géographe grec admet aussi pour Zalmoxis l'influence directe de Pythagore ; mais d'après lui le législateur des Gètes aurait gagné du crédit sur son peuple par ses connaissances astronomiques. Bientôt Zalmoxis, devenu conseiller du roi et prêtre du grand dieu des Gètes, aurait aspiré à un rôle divin. De là sa mystérieuse retraite dans une grotte, où ses prophéties et ses prétendues relations avec la divinité le firent bientôt vénérer lui-même comme un dieu (1).

On peut comparer l'apothéose de Zalmoxis, législateur élevé aux honneurs divins, à celle que les Juifs d'Alexandrie firent subir à Moïse, qu'ils placèrent dans le ciel un peu au-dessous de Jéhovah.

Hellanicus (2) raconte à peu près avec les mêmes traits la fable de Zalmoxis, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque Porphyre, comme en témoigne Eusèbe (3), rapporte que Hellanicus a simplement transcrit le récit d'Hérodote.

La plupart des écrivains anciens mentionnent chez les Gètes le culte de Zalmoxis. Citons par exemple : Strabon (4), Jamblique (5) et Diogène de Laërce. Mnaséas de Batres (6) le regarde comme identique au *Chronos* des Grecs. Dans la *Vie de Pythagore* (7), Porphyre le compare à Hercule

(1) Stein, *Herodotos erklärt*, fasc. 2, pp. 89, 90.

(2) *De moribus barbarorum*.

(3) *Præp. evangel.*, lib. X, 466 C ; Migne, *P. G.*, t. XXI, p. 775.

(4) VII, p. 430. Éd. d'Oxford, 1807.

(5) *Vit. Pythagor.*, § 173.

(6) Müller, *Frag. hist. Græc.*, 23.

(7) § 14. Éd. d'Amsterdam, 1707. Ζαλμοξις ἦν ὄνομα, ἐπεὶ γεννηθέντι αὐτῷ δορὰ ἄρκτου ἐπεβλήθη · τὴν γὰρ δορὰν οἱ Θράκες ζαλμὸν καλοῦσι. Ζαλμὸς · δορὰ ἄρκτου.

et dérive le nom du philosophe du terme thrace *zalmus*, ζαλμός, σαλμός, qui, dit-il, signifie « peau ». Zalmoxis serait ainsi « le prince à la peau (d'ours) », car quelques philologues, MM. Boetticher, par exemple, Bergman (1) et Roesler (2), retrouvent dans ολξίς de Ζάλμολξίς le sanscrit *rksa* « ours » (3). M. G. Rawlinson rejette cette étymologie comme peu probable (4). Platon (5) joint le nom de Zalmoxis à celui d'Abaris (6) et en fait un maître d'incantation.

Dahlmann (7) conjecture que la légende de Zalmoxis doit son origine au nom même du législateur gète. En effet, le mot *Zalmoxis* qu'on écrivait aussi *Zamo-lxis* (8) aurait désigné pour les Grecs du Pont « un habitant de Samos (*Zamo*) », et d'autre part on aura attribué à Pythagore la croyance à l'immortalité de l'âme professée par les Gètes, adorateurs de Zalmoxis. Cette conjecture n'est pas heureuse.

M. G. Rawlinson incline à rapprocher le nom de Zalmoxis de celui de *Selm*, le fils de Feridùn, qui, d'après les légendes aryennes, hérita de son père le tiers du monde qui est situé à l'occident (9).

(1) Bergman, *Les Scythes*, p. 27.

(2) Roesler, *Dacier und Romänen*, p. 81.

(3) M. Roesler rapproche de ολξίς l'ossète *ars*, l'arménien *arj*, le kurde *erj*, le latin *ursus* (\* *urcsus*), le persan *chirs* (\* *dirks*) et le lithuanien *lokis* (\* *olkis*). Tout cela est bien contestable, malgré l'autorité de Boetticher, *Arica*, p. 50.

(4) *Herodotus*, t. III, p. 83.

(5) *Charmides*, édit. Tauchnitz, 1829, p. 168.

(6) Sur Abaris l'Hyperboréen, voir Hérodote, IV, 36.

(7) *Life of Herodote*, p. 115.

(8) L'orthographe de ce mot flotte indéciſe entre les formes Σάλμοξίς, que donnent les mss d'Hérodote, Ζάλμοξίς, Ζάμολξίς et Ζάλμολξίς. Les deux premières semblent les plus correctes. Stein, *Herodotos erklärt*, t. II, fascic. 2, p. 87. Au contraire, M. Roesler, *Dacier und Romänen*, p. 88, penche pour Ζάλμολξίς, parce que cette forme a mieux gardé les éléments radicaux ζαλμός « peau » et ὄλξίς « ours ». Nous verrons que cette étymologie doit être rejetée.

(9) *Herodotus*, t. III, p. 83.

Pour M. Frick (1) le terme thrace *ζαλμός* est apparenté au grec *χλαμός*. Quant à *ολξίς*, c'est une forme européenne de la racine *ελκω*. Voilà comment Zalmoxis signifie « portemanteau ». Il paraît que Wodan avait une épithète de signification identique *Hakul-berand*.

Nous préférons suivre l'opinion de M. Tomaschek (2). D'après le savant professeur de Gratz, Zalmoxis est une divinité naturiste, analogue au Dionysos grec, au Wodan germanique et au Ribhu indien. Il est sûr que les promesses d'immortalité de Zalmoxis rappellent singulièrement les festins de la Valhalla, et que le triple caractère de Zalmoxis comme législateur, voyageur et prophète, n'est pas sans rapport avec celui du fabuleux Odin (3).

M. Tomaschek n'improve pas l'idée de Porphyre, identifiant le premier élément *Zalmo* avec le thrace *ζαλμός*, d'autant plus que les langues congénères offrent, le sanscrit *carman*, le perse *carm*, l'ossète *tsarm*, « peau d'animal » (4). Cette peau de vache symbolise la terre qui produit des fruits. Le second élément *οξίς* s'explique moins aisément : on peut y voir *ukshyant* « qui fait croître », ou plutôt un dérivé de *uksh* « arroser ». Dans ce cas, Zalmoxis serait la pluie du ciel qui fertilise la terre ; c'était aussi dans les attributions de Hermès chez les Grecs.

Comme nous l'avons vu, Zalmoxis porte un second nom qu'Hérodote transcrit *Gebeleizis* ou *Beleizis*. Le savant Bayerus (5) a suggéré pour ce nom une étymologie lithuanienne *gyva leysis*, c'est-à-dire « qui donne le repos ». Ici encore, nous croyons l'autorité de M. Tomaschek plus sûre (6). L'exacte physionomie du mot est *Zebeleizis*, qu'on retrouve en partie sur les inscriptions dans les termes

(1) *Die ehemalige Spracheinheit der Indogerm.*, p. 418.

(2) *Muséon*, t. 11, p. 409.

(3) Ozanam, *Les Germains avant le christianisme*, p. 37 et Grimm, *Deutsche Mythologie*, p. 101.

(4) Cfr Diefenbach, *Die alten Völker Europa's*, p. 68.

(5) *Origin. Sin.*, p. 283.

(6) *Muséon*, t. 1, p. 410.

Διὶ Ζεβελοσόρῳ ou Ζελοσόρῳ, et dans les noms thraces Ζεβελμιος, *Zburulo*. Pour M. Tomaschek, *Zebel*, *Zibel*, *Zbel* représente l'éranien *zbara* « voûte céleste », et *izi* est une corruption de *yazyā* « qui doit être honoré, adoré ». *Zebeleizis*, c'est donc « le dieu du ciel. »

Nous ne quitterons pas les Gètes sans parler de deux usages assez étranges pratiqués par eux.

Quand l'orage gronde et que les éclairs sillonnent la nue, les Gètes lancent des traits vers le ciel. Cette coutume, signalée par Hérodote (1), leur est commune avec les Calyndiens de l'Asie Mineure (2), qui emploient ce moyen pour chasser de leur pays les dieux étrangers (3). Les Psylliens de Lybie font de la même façon la guerre au vent du sud (4), et leurs voisins, les Atarantes, accablent le soleil d'injures lorsque ses ardeurs les font trop souffrir (5). Il n'est pas inutile de relever ces rapprochements ; nous aurons à les mettre en œuvre quand nous rechercherons l'origine des Thraces d'Europe.

Étienne de Byzance attribue aux Gètes la cruelle coutume de la crémation des veuves sur le bûcher de leurs maris défunts (6). S'il faut en croire Hérodote, d'autres tribus thraces se livraient à cette barbare pratique (7). Du reste, des témoignages nombreux attestent que l'Inde n'était pas seule à exiger des femmes qu'elles se jetassent dans les flammes qui consumaient leurs époux. Une lettre de saint Boniface signale cet usage chez les Wendes (8) et, au

(1) Hérod., IV, 94.

(2) Peuple situé sur les frontières de la Carie et de la Lyéie.

(3) Cfr. sur l'usage de certains peuples qui chassaient les dieux étrangers, Hérod., V, 67, 75, 80 ; VIII, 64.

(4) Hérod., IV, 173 ; Aulu-Gelle, *Noct. Att.*, X, 11.

(5) Hérod., IV, 184.

(6) Steph. Byz., sub verbo Γετία.

(7) Hérod., V, 5.

(8) *Epist. ad Ethelbaldum*. Migne, *P. L.*, t. LXXXIX, p. 760.

témoignage de Procope, on le trouvait aussi chez les Hérules (1). Les Slaves et les Scandinaves le pratiquaient également (2).

### III. — *Les tribus de la Thrace orientale.* *Littoral du Pont-Euxin.*

Le territoire des Gètes comprenait, comme nous l'avons dit, les deux rives du Danube, mais les côtes du Pont-Euxin étaient occupées par d'autres tribus. On cite principalement les *Crobyzes*, qui s'étendaient depuis la bourgade de Tomes, célèbre par l'exil d'Ovide, jusqu'à l'Hémus. Immédiatement après eux, venaient les *Sellatæ* et les *Thyni* dans la région qui sépare la mer Noire des petits Balkans.

Les historiens de l'antiquité savent peu de chose des tribus maritimes que nous venons de mentionner. Trois auteurs, Hérodote, Pline et Strabon, parlent des Crobyzes, mais leurs données sont des plus divergentes. Ainsi Pline (3) recule les Crobyzes jusqu'au delà du Tyras (Dniester). Cependant M. Wilkinson les identifie avec les Crobyzes de Strabon et d'Hérodote, mais il incline à y voir une population de race slave dont le nom aurait subsisté dans celui de la tribu russe des Krivitschi (4). Or le père de l'histoire dit en termes formels que les Crobyzes sont des Thraces, et il délimite nettement la région qu'ils occupaient (5). Voici

(1) Procope, *De bello Gothico*, II, 14. *Corpus script. hist. Byzant.*, t. V, p. 200. Édition Niebuhr.

(2) M. Rawlinson (*Herodotus*, t. III, p. 43) cite Valère Maxime (VI, 1) comme rapportant des pratiques analogues chez les Teutons. Nous avons lu et relu le passage en question, mais sans y rien trouver qui ressemble de près ou de loin à l'immolation des femmes sur le tombeau de leurs maris.

(3) *Hist. nat.*, IV, 26.

(4) Voir Rawlinson, *Herodotus*, t. III, p. 43.

(5) Liv. IV, 49.

comment. Il parle des affluents du Danube et cite entre autres tributaires de ce fleuve l'Athrys, le Noës et l'Artanès qu'il dit venir de la Thrace en traversant le pays des Crobyzes thraces. Le cours bien connu de ces rivières ne laisse donc aucun doute sur la position géographique des Crobyzes. L'*Athrys*, appelé aussi *Jaterus* ou *Jeterus* (1), plus tard *Jatrus* et *Jantrus*, aujourd'hui *Jantra* ; le *Noës* ou *Escamus*, le moderne *Osmà*, et enfin l'*Artanès*, qui jusqu'au xv<sup>e</sup> siècle porta le nom de *Utus* (2), pour devenir de nos jours *Vid*, sont trois rivières qui, descendues des Balkans, coulent vers le Danube parallèlement aux côtes de la mer Noire (3). Donc à l'époque d'Hérodote, les Crobyzes n'étaient pas seulement cantonnés le long du Pont-Euxin, comme semble l'indiquer Strabon, mais ils occupaient à l'intérieur des terres le centre même du pays qui fut plus tard la Mésie.

Il semble donc suffisamment établi que les Crobyzes peuvent, comme le veut Hérodote, être comptés au nombre des tribus thraces. Peut-être la question de leur origine doit-elle demeurer en suspens ; car, si M. Wilkinson, comme nous l'avons vu, en fait des Slaves, M. Tomaschek les rattache aux Gètes. Cependant le savant professeur de Gratz hésite à reconnaître une physionomie aryenne à ce terme de *Crobyzi* et il propose timidement un rapprochement avec l'éranien *khrvant*, en sanscrit *krudhant*, « farouche, rude (4). » Cette étymologie nous semble en effet

(1) Pline, *Hist. nat.*, III, 149.

(2) Cfr von Sprüner, *Historisch-geographischer Hand-Atlas*, 2<sup>e</sup> Abtheil., 3<sup>e</sup> carte de Hongrie.

(3) Chose digne de remarque, au confluent de ces différents cours d'eau se trouvaient bâties des villes dont le nom se rapproche beaucoup de celui des rivières elles-mêmes ou même le reproduit. Ce sont les villes de *Jatrum*, *Anasamus*. *Utus*. M. Stein pense que le nom du Noës a persisté dans celui de la ville de *Novæ*, située près de Nikopoli. Voir *Herodotos erklärt*, t. II, 2<sup>e</sup> fasc., p. 50. Nous ne savons pas pourquoi M. Roesler n'a pas osé déterminer l'Athrys, le Noës et l'Artanès. Il a hésité, dit-il, devant les divergences de Forbiger, Mannert et Ukert ». *Die Geten*, etc., p. 154.

(4) MUSÉON, t. II, p. 404.

très risquée. On peut ajouter plus de créance à celle que M. Tomaschek donne des noms de Τίριζα, promontoire sur la côte du Pont, qu'il rapproche du sanscrit *tira* « côte, bord, déclivité », et de *Zuras*, nom de fleuve près de la côte orientale du côté d'Odessus. *Zuras* rappelle le sanscrit *jhara, jhari* « cascade ».

Nous avons rappelé plus haut qu'Ovide fut envoyé en exil à Tomes, ville des Crobyzes nommée plus tard *Constantiana*, aujourd'hui Kustendje. Il semblerait que les *Tristes* et les *Épîtres pontiques*, composées sur les bords du Danube, dussent être une source précieuse d'informations pour l'ethnographie. Il n'en est rien. L'érudition contemporaine s'est livrée à d'actives recherches pour grouper les données scientifiques du poète sur les régions lointaines qu'il a habitées (1). Ovide se contenta de gémir et de se plaindre de la barbarie des habitants et de la rigueur du climat. La Thrace garda avec plus de respect le souvenir du poète. On cite encore aujourd'hui en Bessarabie le lac d'Ovide, *Lakul Oridului*, et en Bukovine la montagne d'Ovide, *Ovidora gora*.

L'Hémus formait la frontière méridionale des Crobyzes et les séparait de la tribu des *Sellatæ*. Ce dernier peuple n'est pas mentionné par Hérodote, c'est Pline qui nous a laissé son nom. Mais le naturaliste latin a singulièrement brouillé ses notes de voyage, si tant est qu'il ait fait sa description de la Thrace d'après nature. Pline confond les *Sellatæ* avec une autre stratégie qu'il nomme *Cæletæ* et qu'il divise en deux nouvelles tribus, les grands et les petits Celètes, et, d'après Pline, les *Cæletæ majores* occupent précisément le territoire assigné aux *Sellatæ*.

Hérodote donne un nom bien différent aux peuplades qui habitaient ce territoire attribué par Pline aux *Sellatæ*.

(1) Voir Roesler, *Das vorrömische Dacien*, pp. 328-332, et les deux ouvrages cités par lui : Gerber, *Ovid's Schicksale während seiner Verbannung*, et Merivale, *History of the Romans*, t. IV, pp. 328-332.

« Les Thraces de cette région, dit-il, se nommaient *Nipsæi* (1). » Ce devaient être de misérables pêcheurs de la côte, car ils se livrèrent à Darius sans aucune résistance. Il faut aussi placer à cette latitude le séjour des pygmées, dont Pline rappelle le souvenir (2), et que des grues avaient le pouvoir de mettre en fuite. Le naturaliste ajoute que, dans la langue des Barbares, ces pygmées s'appelaient *Cattuzi* (3). Recueillons en passant ce précieux reste de l'idiome perdu des Thraces, que M. Tomaschek a très ingénieusement identifié avec l'éranien *kathwa*, « jeune d'animal », et *katuka*, « petit » (4). Le nom de *Berzama*, localité située entre Anchialos et Cabyle, est également intéressant pour la philologie comparée. Il veut dire « lieu planté de bouleaux » ; car, comme *Berzovia*, dont nous avons déjà parlé, il peut être identifié avec le bactrien *bareza*.

Mais si les hordes thraces du Pont-Euxin étaient misérables, les Grecs avaient fondé sur la côte des colonies importantes et des ports florissants dont Pline fait l'énumération détaillée. « L'autre côté de la Thrace, dit-il, commence sur la côte du Pont-Euxin, à l'embouchure du Danube. C'est de ce côté peut-être qu'elle a les plus belles villes : Istropolis (ville du Danube) fondée par les Milésiens, Tomes et Callatis. Il y avait jadis Héraclée et Bizone engloutie dans un gouffre qui s'ouvrit pendant un tremblement de terre. On y voit Dionysopolis (ville de Bacchus), autrefois Crunos ; puis, à partir de cette dernière cité, Odessus des Milésiens (5). Au pied de l'Hémus, dont les

(1) Hérod., IV, 93. C'est Étienne de Byzance qui a lu *Νιψαῖοι* car les mss d'Hérodote fournissent la leçon *Νιψαῖοι*.

(2) *Hist. nat.*, IV, 11.

(3) Étienne de Byzance en fait une ville : *Κάττουζα, πόλις Θράκης*.

(4) *Μυθόν*, t. II, p. 403.

(5) Cette ville n'est pas, comme le nom induirait à le croire, le port actuel d'Odessa, mais bien celui de Varna.

vastes pentes s'avancent sur le Pont-Euxin, étaient bâties Tetranaulochus et Mesembria. »

Cette dernière ville mérite d'arrêter un instant notre attention, moins peut-être au point de vue de son importance comme place commerciale qu'au point de vue linguistique et ethnographique.

*Mesembria*, aujourd'hui *Misevria* dans la Roumélie orientale, est située par 27° 45' long. E Gr. et 42° 35' lat. N. C'était une colonie grecque, car Scylax la met au nombre des cités helléniques de la côte thrace (1). D'après Scymnus de Chio, Mesembria avait été fondée par des Chalcédoniens et des Mégariens, à l'époque de l'expédition de Darius contre les Scythes (2). Strabon ne cite que les Mégariens (3), tandis qu'Hérodote attribue la fondation de Mesembria aux Chalcédoniens et aux Byzantins (4). La géographie classique connaît plusieurs villes du nom de Mesembria. Il y en a une seconde sur les bords de la mer Égée, en face de l'île de Samothrace : c'est la ville moderne de Tekieh (5). Près du golfe Persique se trouvait un district du même nom.

On a beaucoup écrit sur l'étymologie du mot *Mesembria*. La question n'est pas sans importance au point de vue des origines du peuple thrace, car le suffixe *-bria*, comparé à *-dava* des Daces et à *-para*, très usité dans les noms propres de la Thrace (*Bessapara*, *Druzipara*, *Subzupara*, *Tranupara*, *Dardapara*), compte pour certains auteurs parmi les restes les plus concluants de la langue thrace. Au dire de Strabon, d'Hésychius et d'Étienne de Byzance, le mot βρία signifie « ville » en thrace (6). Mais ce dernier écrivain constate que, chez les Ibères aussi, ce même terme βρία s'em-

(1) *Peripl.*, p. 69. Éd. Gronov. Leyden, 1700.

(2) Voir dans Hudson, *Geogr. min.*, t. II, pp. 740, 741.

(3) Liv. VII, p. 632.

(4) Liv. VI, 33.

(5) Hérodote, VII, 108.

(6) Τῆς δὲ πόλεως βρίας καλουμένης Θρακιστί (Strabon). Βρία γὰρ τὴν πόλιν φασὶ Θρακικῆς (Steph. Byz.). — Βρέα πόλις Θρακίας (Hésych.).

plioie dans un sens analogue. C'est ce qui faisait dire à Guillaume de Humboldt que l'ibérique βρία se retrouvait en Thrace ! Puis sont venus les celtomanes, qui ont apparenté ce suffixe aux terminaisons gauloises *-briga*, *-brica*, *-briva*, (Cfr *Segobriga*, *Langobriga*, *Arcobriga*, *Eburobriga*, — *Mirobrica*, *Lacobrica*, *Baudobrica*, *Ardobrica*, — *Samarobrica*, *Durobriva*, *Durocobriva*, — *Amagetobria*, *Catubria*), pour en conclure à l'identité des Daces et des Celtes (1).

On a aussi torturé beaucoup la première partie du mot *Mesembria*. D'après Strabon, la ville se serait appelée jadis Μεμεβρία, en souvenir de Μέμνα, son fondateur ; pour Étienne de Byzance, ce fondateur devient Μέλσος, dont il retrouve par conséquent le nom dans Μεσημερία, Μεσαμβρία.

Tout cela est pure fantaisie et ne mérite pas la moindre créance. Malgré l'affirmation explicite de Strabon et d'Étienne de Byzance suivis par M. Fick (2), nous ne saurions voir dans la terminaison de *Mesembria* le mot *bria* du vocabulaire des Thraces. Sans doute, le terme *bria* a laissé, comme *-dava*, *-para*, *-dizus*, *-centus* et d'autres éléments formatifs, quoiqu'en moindre nombre, des traces de son passage ; citons *Selybria* (3), Βρουτοβρία, *Poltyobria* ou *Poltybria* (4). Mais nous n'hésitons pas à rejeter pour *Mesembria* la terminaison *-bria*, qui est ici toute factice, le mot appartenant au grec et non au thrace. En effet *Mesembria* est composé de deux mots grecs : μεση, « au

(1) Voir pour l'étude du suffixe celtique *bria* Diefenbach, *Die alten Völker Europa's*, p. 270.

(2) *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen*, p. 417.

(3) Xénophon, *Anab.*, liv. VII, cap. 5 ; § 15. Hérodote, VI, 33. C'est une ville des Odryses, située sur la Propontide. *Selybria* ou *Selymbria* existe encore aujourd'hui. C'est la ville de *Silivri*, petit port de la mer de Marmara, à 40 milles de Constantinople (long. E Gr. 28°14', lat. 41°5'). D'après Scymnus de Chio, *Selybria* serait une colonie de Mégariens, fondée quelques années avant Byzance, vers 660 avant J.-C. Le site de *Silivri* est des plus enchanteurs. Voir Rawlinson, *Herodotus*, t. III, p. 425.

(4) Strabon, liv. VII, et Étienne de Byzance, sub verbo Αἴνος. *Poltyobria* est l'ancien nom de la ville d'Aenos, aujourd'hui Enos, long. 26°4', lat. 45°44'. Au témoignage de Tite-Live (XIX, 16), c'était une place importante.

milieu », et *ἡμέρα*, « jour », et signifie par conséquent « la ville du midi, du milieu du jour ». Le *β* est ici une lettre intercalaire, naturellement appelée entre *μ* et *ρ*, qui n'aiment pas à se rencontrer, comme le montrent les exemples suivants : en grec, *ἄμβροτος* (composé de *ἀ* et *μροτος*), *γαμβρός* pour *γαυρός*, et en français, nombre, de *numerus*, *nim'rus* ; chambre, de *camera*, *cám'ra* ; Cambrai, de *Cameracum* ; concombre, de *cucumerem*. Du reste, pourquoi vouloir à tout prix retrouver du thrace dans *Μεσεμβρία*, alors que le mot est du grec le plus pur et usité comme nom commun signifiant « le milieu du jour » ?

*Mesembria* n'était pas, sur les rivages de Thrace, le seul port remarquable du Pont-Euxin. Sans compter *Anchialos*, il faut citer encore *Apollonia* et *Salmydessus*. Ces deux villes se trouvaient dans le pays des tribus thraces connues chez les Perses sous le nom de *Thyni*, mais Hérodote les place sur le territoire des *Scyrmiadæ* (1).

Sophocle a chanté la ville thrace de *Salmydessus*, *ὁ Θρηκῶν Σαλμυδησός* (2), et en tout cas son nom de *Salmydessus* mérite d'être relevé. M. George Rawlinson le décompose en deux éléments *salm* et *odessus* : dans la dernière partie, il reconnaît le nom du port d'Odessus. Cette dérivation nous paraît peu probable, et nous proposons de voir dans le second élément de *Salmydessus* la terminaison *dessus* que nous croyons être une variété du suffixe *-dizus*, si fréquemment usité dans les noms thraces. On a *Tarpodizus*, *Ostudizus*, *Pudizus*, *Burtudizus*, *Cistidizus*. La forme *dessus* apparaît dans *Salmydessus*, *Odessus*, *Ordessus*. Ce suffixe *-dizus* a été très ingénieusement rapproché des noms de villes éraniennes, comme *Dizek*, *Dézhak*, *Dizakh*, dont l'étymologie fut révélée par le sens du mot *lizakh* qui, dans l'idiome *yidghah*, veut dire « fort, rem-

(1) Hér., IV, 93. Ce nom a varié chez la plupart des éditeurs d'Hérodote. Nous avons adopté la leçon de M. Rawlinson, mais Ephoros disait *Σκυρμιάδαι* (voir Étienne de Byzance, s. v.). M. Stein s'arrête à *Κυρμιάναι*.

(2) Sophocle, *Antigone*, v. 969.

part ». On a donc dans les localités de la Thrace dont les noms se terminent en *διζο-*, des correspondants exacts des villes germaniques qui ont les finales *burg, bury* (1).

Quant à *Salmy*, nous sommes d'accord avec M. Rawlinson (2) et Diefenbach (3) pour y retrouver la racine *saln*, que nous avons déjà vue dans le *Zalm-oxis* et qui se rencontre dans *Selymbria*, ville de la Propontide dont nous avons parlé, dans *Halm-yris* (4), nom d'un lac et d'une ville près des bouches du Danube. Le nom de *Salmydessus* a subsisté en partie dans celui de *Midjeh*, petite bourgade turque, située par 28° 10' long. E Gr. et 41° 35' lat., et qui a remplacé l'ancien port des Thraces.

On peut encore relever chez les *Thyni* le nom de *Bizya*, château fort dans une vallée de l'Hémus méridional. M. Tomaschek retrouve dans ce mot le sanscrit *vihâya* et le zend *visâva* « fentes, abîme ». Le second élément *zâva*, est aussi employé seul comme nom propre, c'est une localité à l'orient de la Perse (5).

Nous venons d'esquisser très rapidement les données ethnographiques qui concernent les Thraces du littoral du Pont-Euxin. Trois tribus principales semblent avoir eu la prééminence dans ces contrées, les *Crobyzes*, au-dessus de l'Hémus et, au-dessous, les *Sellatæ* et les *Thyni* pour suivre la nomenclature de Pline, ou, s'il faut s'en tenir à celle d'Hérodote, les *Nipsæi* et les *Scyrmiadæ*. Nous passons maintenant aux populations thraces échelonnées le long des rivages de la Propontide et de la mer Égée, depuis Byzance jusqu'à l'embouchure du Strymon.

(La suite prochainement).

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

(1) Voir notre travail, *Le Yidghah et le Yognobi*. ANNALES DE LA SOC. SCIENTIF., 7<sup>e</sup> année, 1883, p. 262.

(2) *Herodotus*, t. III, p. 82.

(3) *Die alten Völker Europa's*, p. 68.

(4) Ou aussi *Salmodure*, tout comme *Salmydessus* se trouve parfois sous la forme de *Halmydessus*.

(5) MUSÉON, t. II, p. 403.

# BIBLIOGRAPHIE

---

## I

ŒUVRES COMPLÈTES D'AUGUSTIN CAUCHY publiées sous la direction scientifique de l'Académie des sciences et sous les auspices du ministère de l'instruction publique. 1<sup>re</sup> série, tome IV. Paris, Gauthier-Villars. 1884, in-8<sup>o</sup>.

L'entreprise monumentale de M. Gauthier-Villars suit son cours. Nous avons sous les yeux le deuxième volume paru de cette publication si impatiemment attendue ; il forme le tome IV de la première série, consacrée aux mémoires et articles extraits des Recueils de l'Académie des sciences (1). Il présente, dans l'ordre chronologique, une suite fort intéressante de notes et de mémoires tirés des *Comptes rendus* de l'Académie, du mois de janvier 1836 à la fin de 1839. Au commencement de cette période Cauchy, qui avait quitté volontairement la France à la suite de la révolution de juillet, se trouvait à Prague près du roi Charles X et se consacrait à l'instruction du comte de Chambord. C'était donc sous forme de lettres à Ampère et à Libri qu'il communiquait à l'Académie le résultat de ses études, jusqu'au moment où, en 1838, il revint s'asseoir parmi ses confrères.

Cette période est une de celles où l'activité scientifique de Cauchy brilla du plus vif éclat. Ses communications devinrent même si abondantes qu'il fallut leur assigner des limites : il remplissait à lui seul les *Comptes rendus*. Elles roulaient d'ailleurs sur les sujets les plus

(1) Nous avons rendu compte du tome I<sup>er</sup> dans la *Revue*, t. XII, p. 239, 1882.

variés, sur ceux où le génie de Cauchy a projeté les plus vives lumières : dénombrement et détermination des racines des équations algébriques ou transcendantes, développement en séries des fonctions réelles ou imaginaires, théorie des nombres, intégration des équations différentielles ordinaires ou partielles ; mais surtout, mécanique moléculaire avec applications à la théorie de la lumière. C'est véritablement la physique mathématique qui a la part du lion dans ce volume. Aussi, nul de ceux qui désirent se faire une idée complète des travaux de Cauchy dans ce domaine qu'il a tant exploité ne peut s'abstenir de lui donner une place dans sa bibliothèque, car on y trouve presque toutes ses recherches importantes de cette époque.

On sait sous quel point de vue rationnel et grandiose Cauchy avait entrepris d'aborder les problèmes de l'optique de Fresnel. Aux théories ingénieuses, mais presque toujours spéciales et hypothétiques, par lesquelles le grand physicien expliquait la propagation des ondes lumineuses, la diffraction, la réflexion, la polarisation, la réfraction, il voulait substituer un système rigoureux, fondé tout entier sur les lois de la mécanique appliquées à l'éther, considéré comme un milieu solide dont les atomes obéissent à des forces d'attraction et de répulsion mutuelle, la présence des molécules pondérables ne faisant que modifier les réactions élastiques. Comment un mouvement vibratoire quelconque, excité dans une portion très petite d'un tel milieu, s'y propage-t-il en donnant naissance à des ondes de plus en plus étendues ? Comment se transmet-il à travers une fente taillée dans un écran, de façon à ne donner au delà qu'un simple *rayon*, tout au plus élargi par les phénomènes groupés sous le nom de *diffraction* ? Et si les ondes, en se propageant dans l'éther, atteignent la surface d'un milieu transparent ou opaque, d'après quelles lois se réfléchiront-elles au dehors ou pénétreront-elles dans l'intérieur en se réfractant ? Dans un milieu dont l'élasticité n'est pas la même en tous sens, comme un cristal, les ondes planes se transporteront-elles en tous sens avec d'égales vitesses, et quelle sera la forme de la surface des ondes ? Quelles relations existeront entre cette forme et les lois de la réfraction dans le cristal ? Peut-il exister des ondes à vibrations transversales, comme le pensait Fresnel, et leur vitesse de propagation dépend-elle de la direction des vibrations ? Quelles liaisons peuvent exister entre ces phénomènes mécaniques et les faits de la polarisation rectiligne, circulaire, elliptique ? Comment rattacher à ces mêmes lois générales celles de l'intensité et de la polarisation de la lumière réfléchie sur la surface des corps métalliques ? Comment y rattacher aussi l'inégale

réfrangibilité des ondes de couleur différente, la *dispersion* de la lumière ? Tel est le programme audacieux que Cauchy a osé se tracer, qu'il a réalisé en partie, qu'il eût peut-être mené à bonne fin, élevant ainsi un monument incomparable, si son extrême facilité ne l'eût entraîné sans cesse à quitter le sujet choisi pour se jeter sur d'autres qu'il abandonnait avec la même inconstance.

Écrivant en 1835 à Ampère et à Libri, il résumait les résultats obtenus par lui dans ces différentes directions, résultats dont une partie formait l'objet de son *Mémoire sur la dispersion* (1). Dans une de ces lettres, voulant répondre à l'objection tirée du phénomène des *ombres* contre les idées de Fresnel, il donnait l'expression de l'intensité lumineuse au delà du bord d'un écran, tirée des lois rigoureuses de la dynamique, et montrait que ce phénomène en est une conséquence. Ce travail, sur lequel il revint quelques années plus tard pour en déduire les lois de la diffraction, n'a malheureusement jamais été publié qu'en extrait, et personne ne semble avoir cherché à le reconstituer.

Une grande partie des notes insérées dans le volume actuel est consacrée à une question sur laquelle Cauchy est revenu bien des fois, et qui lui doit ses principaux progrès : la propagation et la polarisation des mouvements vibratoires dans un milieu élastique. Cauchy avait déjà, vers 1830, traité dans divers écrits cette question de mécanique intimement liée aux problèmes optiques. Il l'avait approfondie dans son *Mémoire sur la dispersion* (1835) : il lui consacra en 1838 un beau travail sur la *polarisation rectiligne et la double réfraction* (2), et le volume actuel renferme d'importants extraits qui s'y rapportent. La marche suivie par Cauchy est à peu près celle-ci : il établit les équations différentielles de l'équilibre et du mouvement d'un système homogène d'atomes, exerçant les uns sur les autres des actions dépendant de la distance. Ces équations se simplifient, si l'on se restreint aux mouvements très petits et si l'on se borne à une première approximation ; elles deviennent alors linéaires, aux dérivées partielles, à coefficients constants, et Cauchy a indiqué deux méthodes pour en tirer les lois des phénomènes lumineux.

La première, qu'il a surtout développée ensuivant une idée de Fresnel, consiste à montrer que les équations se vérifient quand les projections du déplacement d'un atome quelconque sont exprimées par une même

(1) Imprimé à Prague en 1835, in-4° de 236 p.

(2) *Mém. de l'Acad. des sciences*, t. XVIII, p. 153.

fonction périodique du temps et des coordonnées initiales, multipliée par des facteurs constants. On a alors un *mouvement simple* : tous les atomes situés d'abord dans un même plan normal à une direction déterminée exécutent synchroniquement des oscillations rectilignes parallèles à une même droite ; le mouvement vibratoire se partage en ondes planes qui progressent avec une vitesse uniforme dans le milieu élastique. Mais les coefficients doivent satisfaire à certaines relations, où figurent des *sommes* représentant les constantes physiques du milieu, et de là résultent d'importantes conséquences. En général, pour une même direction du plan des ondes, il n'existe que trois directions, rectangulaires entre elles, des vibrations rectilignes ; l'une sensiblement normale au plan, et qui est hors de cause dans l'optique, les deux autres sensiblement transversales ; leurs vitesses de propagation étant différentes, les ondes qu'elles constituent se séparent nécessairement, le *mouvement se polarise*. Moyennant certaines relations entre les constantes physiques, sur lesquelles l'expérience seule peut nous éclairer, on retrouve l'équation de Fresnel pour les vitesses des ondes, et, en considérant l'enveloppe de ces ondes planes au bout de l'unité de temps comme la surface de l'onde lumineuse, on retombe sur la surface de Fresnel.

Dans deux articles du mois de novembre 1838 (pp. 403 et 406), Cauchy rappelle ces résultats en les généralisant, et montre que les vibrations elliptiques sont aussi comprises dans les formules qu'il résume. Un mémoire de la même année, sur la réflexion et la réfraction de la lumière (p. 413), entre dans plus de détails, sans calculs toutefois. Résumant encore une fois les conséquences de son analyse, Cauchy montre qu'aux fonctions périodiques qui figurent dans un mouvement simple, il est permis de substituer des exponentielles imaginaires. On introduit par là un facteur qui peut s'évanouir rapidement à une petite distance d'un plan donné ; les formules sont propres alors à représenter l'extinction du mouvement dans les milieux opaques. Un très long travail présenté au commencement de 1839 (pp. 430-487) donne l'application de ces formules aux vibrations rectilignes ou elliptiques qui constituent la lumière polarisée ; mais, comme il n'y a là que des exposés sans calculs, on ne peut s'y faire une idée bien claire de la théorie qu'ils résument, à moins d'avoir exécuté les calculs de celle-ci. Il faut recourir pour cela au mémoire *Sur les mouvements des systèmes de molécules* (avril 1839, p. 237) où Cauchy donne, avec les équations différentielles des mouvements vibratoires, l'intégration par des exponentielles imaginaires, les pro-

priétés des mouvements simples. la manière d'arriver à l'ellipsoïde de polarisation, etc... Il faut aussi lire (p. 322) la note où Cauchy, en réponse à des critiques (assez légitimes) de Poisson, rappelle encore une fois les traits principaux de cette théorie.

La seconde méthode consiste à former les intégrales générales des équations du mouvement pour un état initial donné, de manière à représenter au bout d'un temps quelconque l'état de l'éther primitivement ébranlé dans une de ses parties. Cauchy a donné ces expressions des déplacements sous forme d'intégrales sextuples en mai 1839 (p. 294), et plus tard, en juin 1839, comme application d'une méthode générale pour l'intégration des équations linéaires, mais il n'a jamais, à notre connaissance, déduit de ces formules le résultat attendu, c'est-à-dire la formation directe de l'équation de la surface d'ondes, bien qu'il ait souvent annoncé qu'il y était parvenu (1). Dans sa discussion avec Poisson, notamment, il affirme (p. 328) que, « si au premier instant les molécules étaient déplacées ou mises en mouvement d'une manière quelconque dans une partie du système dont les trois dimensions seraient très petites... l'état initial pourrait être censé résulter de la superposition d'une infinité d'ondes planes, renfermées dans des plans divers et offrant des longueurs d'ondulation diverses ; et la propagation simultanée de ces ondes planes... donnerait naissance à une zone mobile d'épaisseur constante ou variable, terminée par des surfaces sphériques, elliptiques, etc... » Nous avons désiré beaucoup de voir la justification de cette affirmation.

Le même sentiment, qui n'est pas exempt d'impatience, sera provoqué par les nombreux articles (pp. 14, 21, 30, 99, 122, 130, 193-228, 312, 334, 333, 429) consacrés à des recherches sur la réflexion et la réfraction de la lumière. Le grand géomètre a donné à plusieurs reprises des formules remarquables, beaucoup plus complètes que celles de Fresnel, pour déterminer la direction et l'intensité de la lumière réfléchie ou réfractée à la surface des corps transparents ou opaques, la phase, le plan de polarisation des rayons : et ces formules, dont l'accord avec l'expérience a été constaté entre autres par des expériences de M. Jamin, il affirme les avoir obtenues par une méthode rigoureuse, dans laquelle on tirerait des lois de la mécanique celles des altérations qu'éprouve un mouvement vibratoire simple en atteignant

(1) M. Blanchet s'est occupé de cette question (*Journ. de Liouville*, t. V et VII). — V. aussi le mémoire de Cauchy sur la dispersion, le *Bull. de Férussac*, t. XI et t. XIII ; Briot, *Essais sur la théorie math. de la lumière*, pp. 22-40.

la surface de séparation de deux milieux différemment constitués : « On voit combien il est à désirer, dit-il, que l'on pût établir une méthode générale propre à fournir, dans les questions de physique mathématique, les conditions relatives aux limites des corps... Le mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie renferme l'application de cette méthode à la théorie de la lumière, et montre comment on en déduit les formules... relatives à la surface de séparation de deux systèmes de molécules étherées comprises dans deux milieux séparés par une surface plane. » En réalité, Cauchy n'a point fait cette application. On trouvera (pp. 130-187) l'exposé des résultats auxquels il affirme être arrivé ; (pp. 193-228) un mémoire d'analyse sur l'intégration d'équations linéaires dont les coefficients, d'abord constants, sont modifiés dans le voisinage d'une surface plane, renfermant le *principe* de la méthode annoncée ; enfin (p. 429) un *Mémoire sur la réflexion et la réfraction d'un mouvement simple*, qui est le travail où Cauchy nous semble avoir poussé le plus loin l'application de sa méthode aux phénomènes de la propagation des mouvements vibratoires d'un milieu à un autre. Néanmoins, il s'arrête encore avant d'obtenir les formules essentielles, et M. de Saint-Venant présume que la difficulté devant laquelle il a échoué ne pouvait pas être surmontée (1).

Signalons encore un mémoire important (p. 228) où Cauchy explique, au moyen d'un théorème d'analyse, comment les résultats obtenus dans l'hypothèse d'un éther homogène s'appliquent à un éther condensé périodiquement autour des molécules pondérables, et d'autres (pp. 343 et 419) où il essaie d'aborder directement l'étude difficile des mouvements vibratoires dans un double système de molécules se pénétrant mutuellement, ce qui devait le conduire aux lois véritables de la lumière dans les milieux pondérables.

L'analyse pure a aussi sa part dans ce volume. Deux notes, de 1837 et 1839 (pp. 38 et 483), mentionnent et démontrent le fameux théorème sur le développement en séries convergentes des fonctions d'une variable imaginaire et son application à la mécanique céleste. On trouvera aussi, pp. 42 et suiv., l'application de ce théorème et d'autres à la théorie des équations algébriques, et particulièrement au

(1) L'illustre savant professe cette opinion dans un article « *Sur les diverses manières de présenter la théorie des ondes lumineuses* (ANN. DE PHYS. ET DE CHIMIE, 1852), où sont critiqués de main de maître les travaux de Cauchy, Bröt, de MM. Serrau et Boussinesq. Nous ne connaissons rien de plus instructif.

dénombrément des racines imaginaires comprises dans un contour fermé; ainsi qu'un travail important sur l'évaluation rapide des racines réelles (p. 88).

La belle méthode pour l'intégration des équations linéaires à coefficients constants à l'aide du calcul des résidus, méthode qui, à notre avis, n'a pas été suffisamment connue, fait l'objet de plusieurs mémoires (pp. 369-426). Enfin, à l'occasion d'un mémoire de Lamé, Cauchy s'occupa de la théorie des nombres, du dernier théorème de Fermat et des formes quadratiques des puissances d'un nombre premier (pp. 499 et suiv.).

Nous ne reviendrons pas ici sur l'exécution *matérielle* de cette splendide édition des OEuvres de Cauchy : nous l'avons dit, elle est digne du grand géomètre comme de l'éditeur éminent qui l'a entreprise. Mais nous nous permettrons de signaler certains inconvénients attachés à l'*ordre* qui lui a été imposé. Il est bien difficile d'y suivre régulièrement la marche des idées de l'auteur. Ainsi le volume actuel renferme, sur l'optique, une foule de mémoires importants, mais qu'on ne peut bien apprécier qu'au moyen d'autres travaux antérieurs ou contemporains, insérés par Cauchy dans le *Bulletin des sciences de Férussac*, dans les *Mémoires de l'Institut*, ou publiés à part comme le Mémoire de Prague, ou lithographiés et aujourd'hui introuvables.

PH. G.

## II

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE MÉCANIQUE CÉLESTE, par M. H. RESAL, membre de l'Institut; deuxième édition. Paris, Gauthier-Villars, 1884, in-4°.

Comme la *Physique mathématique* du même auteur, cet ouvrage se recommande, indépendamment de sa valeur propre et de son caractère didactique, par son utilité toute spéciale pour les jeunes aspirants au doctorat en Belgique, auxquels les programmes imposent un cours de mécanique céleste dont les limites ne sont pas faciles à assigner. Laplace est inabordable; Pontécoulant, Schubert sont bien anciens et incomplets. La publication en 1865 de la première édition (in-8°) du traité de M. Resal fut donc une vraie bonne fortune, et l'édition actuelle, complétée, remaniée, débarrassée de bien des incor-

rections, transformée en un bel in-4<sup>o</sup> de la plus superbe impression, ne peut manquer d'être parfaitement accueillie par les professeurs et par les élèves, à qui elle offrira un programme nettement tracé et heureusement exécuté sur lequel il sera facile de se mettre d'accord.

M. Resal a eu l'excellente idée de grouper, au début de l'ouvrage, les principales théories de mécanique et d'analyse sur lesquelles il avait à s'appuyer, au lieu de les rejeter en note à la fin comme dans la première édition. C'est ainsi qu'il nous donne un exposé succinct des formules dynamiques introduites par Lagrange, des belles transformations que leur ont fait subir Hamilton et Jacobi, et de la méthode célèbre de ce dernier pour effectuer l'intégration d'un système canonique et pour passer aux intégrales du mouvement troublé par la variation des constantes arbitraires. Ensuite, il signale l'emploi des coordonnées elliptiques en mécanique, et en fait l'application au mouvement d'un point dans le cas où le potentiel vérifie une certaine condition. On se rappellera que Jacobi a traité ce problème avec une grande généralité dans ses *Vorlesungen über Dynamik* (pp. 198 et suiv.) et que M. Betti a fait une très heureuse application des coordonnées *bi-sphériques* au problème de la distribution de l'électricité sur deux sphères. Enfin, cette introduction se termine par l'extension des théorèmes des moments et des forces vives au mouvement relatif d'un système de points autour de l'un d'entre eux, et par l'application de la théorie géométrique des accélérations (qui doit tant à M. Resal) à la transformation des équations du mouvement d'un point en coordonnées sphériques.

La *partie analytique* de l'Introduction comprend la formule de Lagrange pour le développement des fonctions implicites, démontrée très simplement; le développement de l'inverse de la distance de deux points suivant les cosinus des multiples de l'angle compris entre leurs rayons vecteurs, l'intégration sous forme trigonométrique d'une équation différentielle remarquable, et celle de l'équation linéaire du second ordre que l'on rencontre souvent en mécanique.

Dans le premier chapitre, consacré à la première approximation des mouvements planétaires, nous trouvons la théorie du mouvement elliptique avec diverses remarques intéressantes, la solution du problème de Képler, le calcul élémentaire des masses des planètes douées de satellites, le théorème de Lambert sur les orbites paraboliques, toutes questions classiques, fondamentales, très clairement exposées.

Pour la détermination des orbites des planètes et des comètes par l'observation, M. Resal a donné, avec raison, la préférence à la belle

méthode de Gauss (*Theoria motus*) pour les planètes, et à celle d'Olbers perfectionnée par Gauss pour les comètes. Cette dernière a reçu depuis d'autres améliorations que l'étudiant n'aura aucune peine à s'appropriier plus tard.

Cette partie n'a d'ailleurs subi que peu de changements, sauf l'étude du mouvement d'un point attiré vers deux centres fixes, traité par les coordonnées elliptiques. On peut comparer avec la solution si remarquable du même problème par Jacobi (*Vorlesungen*, 22<sup>e</sup> leçon).

La théorie des perturbations (ch. II) a été complètement remaniée. M. Resal, et nous l'en félicitons sans réserve, a adopté maintenant la méthode de Jacobi, si élégante et si rapide. Il la fait précéder de la solution géométrique de Lagrange pour le cas d'une orbite plane (en la simplifiant), appliquée au mouvement dans un milieu résistant, et de la solution du problème du mouvement non troublé par la méthode Hamilton-Jacobi. Les formules des variations des éléments elliptiques exprimées par les dérivées de la fonction perturbatrice sont ensuite déduites, transformées et simplifiées par les circonstances propres au système solaire : la fonction perturbatrice est développée au moyen des formules de l'introduction, dans le cas d'orbites peu inclinées et de faible excentricité ; la théorie des inégalités séculaires et de la stabilité des éléments principaux est traitée avec détail : celle des perturbations du mouvement des comètes a été complètement transformée et a reçu plus d'extension.

La théorie de l'*attraction* (ch. III) a subi aussi des modifications d'une certaine importance. Après les généralités ordinaires sur cette question et les propriétés des couches sphériques homogènes, vient le calcul de l'attraction des ellipsoïdes, traité par la méthode la plus simple de Chasles. L'attraction des sphéroïdes et les propriétés des fonctions sphériques qui s'y rattachent intimement sont présentées d'une manière aussi complète qu'il était nécessaire pour la détermination de la figure des corps célestes et des oscillations de la mer.

Le premier de ces deux problèmes fait la matière du chapitre suivant. M. Resal y traite élégamment de la figure d'équilibre d'une masse fluide animée d'une rotation uniforme, discute avec soin l'ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde à trois axes inégaux de Jacobi-Meyer, puis aborde la question plus générale d'une masse sphéroïdale de densité variable, détermine sa figure d'équilibre, son attraction sur un point donné, la loi de sa densité intérieure, dans les deux hypothèses de Legendre et de E. Roche, avec comparaison aux résultats de M. Airy.

Le problème de l'équilibre général de la mer et des anneaux de Saturne supposés fluides termine cette partie.

Dans la question de la forme de la terre déduite de mesures géodésiques, M. Resal s'occupe des lignes géodésiques sur un sphéroïde, en partant de leur définition mécanique. Si cette matière avait eu un rapport plus intime avec la mécanique céleste, nous eussions vu avec plaisir faire usage du beau mémoire de Gauss sur les surfaces courbes.

Le chapitre VI. *Figure des masses gazeuses qui environnent les corps célestes*, est tiré presque en entier des travaux de E. Roche, savant consciencieux à qui M. Boussinesq a consacré une notice si instructive. Ces recherches d'un haut intérêt, sur la figure d'équilibre et les limites d'une atmosphère gazeuse soumise à l'attraction de l'astre, à la force centrifuge et à l'action d'un corps extérieur, conduisent à des résultats curieux qui s'appliquent au soleil et à la lune. La théorie des marées de Laplace, notablement simplifiée, fait l'objet du ch. VII; c'est un des plus grands services rendus à l'enseignement, car ni professeurs ni élèves ne savaient où chercher les éléments de cette question difficile.

Le chapitre VIII traite *in extenso* les questions importantes qui se rattachent au mouvement des corps célestes autour de leur centre de gravité. Après avoir rappelé les équations d'Euler, l'auteur prouve rapidement que les phénomènes de la précession et de la nutation ne peuvent pas être attribués à ce que, primitivement, la terre ne tournait pas autour d'un axe principal. Il se sert ensuite de considérations géométriques simples pour former les équations du mouvement de la terre, eu égard aux actions de la lune et du soleil; d'où il tire les phénomènes de la précession et de la nutation de l'axe terrestre, ainsi que son mouvement par rapport à l'écliptique. Les oscillations de la lune autour de son centre, dont on sait que dépendent divers phénomènes astronomiques remarquables, et les mouvements spéciaux des anneaux de Saturne, sont traités de la même manière.

M. Resal a supprimé, dans cette nouvelle édition, la théorie de la chaleur centrale de la terre (reportée dans son traité de Physique mathématique), ne conservant que la partie de cette question qui intéresse l'astronome, savoir, la variation de la durée du jour par le refroidissement du globe terrestre; il a également supprimé l'étude de l'équilibre d'une croûte planétaire d'après Lamé, et a remplacé ces hors-d'œuvre par des chapitres bien plus utiles sur la *réfraction astronomique*, sur les *inégalités de Mercure* qui seraient dues au défaut

de sphéricité du soleil et par un exposé élémentaire de la théorie des *inégalités de la Lune*, qui préparera le lecteur aux travaux plus développés de Delaunay, de Poiseux, d'Adams, etc.

On juge, par ce rapide exposé, du grand nombre de matières traitées dans cet ouvrage, et généralement avec une simplicité précieuse pour les jeunes astronomes. Ajoutons que le professeur chargé de l'enseignement de la mécanique rationnelle pourra y puiser de beaux sujets d'application pour les théories abstraites qu'il est toujours utile d'éclairer de cette façon.

PH. G.

### III

LES LOIS DE LA MATIÈRE. essais de mécanique moléculaire, par M. J. A. DE COMMINES DE MARSILLY. — Paris, Gauthier-Villars, 1884, in-4°.

M. le général de Marsilly poursuit, avec une persévérance qui appelle le succès, ses études difficiles sur la mécanique moléculaire. Après avoir donné en 1865 et 1868 des extraits de ses recherches sur les lois fondamentales du monde physique, il essaie de pousser plus loin l'application de ses idées dans le volume actuel, n'espérant pas pouvoir mettre au jour la synthèse complète qu'il entrevoit depuis longtemps. Dans une préface intéressante, il résume lui-même les résultats acquis de ses laborieuses recherches, cite de très curieux passages de Lucrèce et d'Euler où l'on voit le premier combattre l'existence des *Antipodes*, alors que le second s'attaque au principe des actions à distance, et réfute enfin, peine assez inutile, les critiques de M. Love contre les fondements de la physique actuelle. Ce n'est pas sans étonnement qu'on voit encore proposer aujourd'hui, contre la théorie des ondes de Fresnel, l'objection tirée de l'existence des ombres. Cauchy l'a montré, et tout le monde le sait : non seulement cette existence est une conséquence nécessaire de la théorie de Fresnel, mais celle-ci explique, en plus, les phénomènes de diffraction (1).

M. de Marsilly admet comme fondement de ses recherches l'hypothèse des *forces centrales* ou actions proportionnelles à certaines

(1) Cauchy, *Comptes rendus*, t. II et XV. — *Œuvres complètes*, t. IV, p. 32.

puissances de la distance, entre les atomes des corps, en adoptant d'ailleurs une formule très générale pour ces actions réciproques, dont il discute avec grand soin la nature complexe (pp. 6 et suiv.). Mais le principe ne conduirait à rien qui ne soit connu, si l'on n'adoptait aussi une hypothèse bien précise sur la constitution des corps. L'auteur indique les raisons qui lui ont fait choisir celle des *assemblages réguliers* de Bravais, la seule, en effet, que l'on puisse essayer de soumettre au calcul. L'étude analytique de l'équilibre et du mouvement des assemblages réguliers d'*atomes*, de *molécules* ou de *parcelles*, sollicités par des forces centrales, tel est donc l'objet que se propose M. de Marsilly.

Les propriétés géométriques des assemblages entrent comme partie nécessaire dans cette étude. M. de Marsilly rencontre d'abord le théorème de l'équivalence de volume des parallélépipèdes générateurs, découvert par Gauss (1), retrouvé plus tard par Bravais (2) ; il donne les formules pour la transformation des coordonnées lorsqu'on passe d'un système de rangées conjuguées à un autre. Après avoir posé une définition très précise de la *densité* dans un assemblage, il établit les formules remarquables qui lient la densité après une déformation légère du milieu à la densité primitive, et qui renferment comme cas particulier l'équation de continuité dans les fluides.

Dans la section II, l'auteur s'occupe du calcul des forces élastiques résultant des actions moléculaires, pour les corps monoatomiques, les seuls, suivant lui, dans lesquels on puisse négliger les dimensions des molécules vis-à-vis de leurs distances. Il détermine les forces qui s'exercent à travers un plan idéal, les *pressions*, à la manière de Cauchy et de M. de Saint-Venant, et retrouve ainsi les formules classiques de la théorie de l'élasticité, en leur donnant la plus grande élégance. Certaines relations entre les composantes des forces élastiques, que la plupart des géomètres déduisent de considérations mécaniques, sont ici fournies par la simple comparaison des formules. Lorsqu'il existe un assemblage rectangulaire, le *principe de Pascal* a lieu, la pression est partout normale au plan sur lequel elle s'exerce. La conclusion est que les résultats trouvés par Lamé sont applicables à la catégorie de corps traités dans cette section.

La troisième section prépare à pousser plus loin les approximations, en déterminant l'exposant des puissances de la distance dans l'expres-

(1) *Gauss' Werke*, t. II, p. 188.

(2) *Études cristallographiques*, p. 42. Voir aussi le premier volume du *Lehrbuch der Analysis* de M. Lipschitz.

sion des forces. Pour cela il faut, pour un exposant donné, calculer les sommes de termes qui proviennent des actions que les molécules comprises dans un espace déterminé exercent sur une seule molécule, ce que l'auteur exécute au moyen d'une formule célèbre due à Euler, généralisée pour trois variables, et dont il transforme les intégrations indiquées en coordonnées sphériques.

Ce calcul le conduit à reconnaître que, pour les actions en raison inverse de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> puissance de la distance, les molécules éloignées exercent la principale influence; à la 4<sup>e</sup> puissance, les molécules rapprochées ou éloignées contribuent également; mais dès que l'exposant égale ou surpasse 5, ce sont les molécules rapprochées qui l'emportent; tel est donc le cas des forces élastiques. Il conclut aussi que l'on ne peut, sans cesser d'être rigoureux, négliger les dimensions des molécules. Dans cette partie, plusieurs points nous semblent singulièrement hardis et délicats, notamment l'extension de la formule d'Euler, sa transformation et ses applications: l'auteur a supprimé des développements de calcul dont le besoin se fait cependant sentir.

Se basant sur ces résultats, M. de Marsilly évalue complètement les forces qui résultent, à travers un plan donné, de l'action des atomes situés d'un côté sur les molécules d'une rangée conjuguée, en supposant que la déformation ne change pas, ou ne change que très peu, la disposition des atomes dans une même molécule. Il parvient à donner des formes simples et élégantes à ces expressions au premier abord inextricables.

Dans la quatrième section, nous trouvons les équations du mouvement des centres de gravité des molécules ou des parcelles, et les formules qui correspondent, pour les vibrations des corps élastiques, aux théorèmes des moments et des forces vives. Ce sont d'ailleurs, comme on le voit facilement, des conséquences immédiates des mêmes principes dans la mécanique générale. Un paragraphe de cette section est consacré à tirer, de ces relations générales, des conséquences sur la masse des atomes de l'éther, sur la vitesse de rotation des atomes, sur les actions au contact des corps. Tout cela nous paraît un peu hasardé; l'auteur eût peut-être obtenu des résultats plus fructueux en approfondissant les difficultés si connues sur les conditions relatives aux limites des corps.

Enfin, dans la dernière partie, M. de Marsilly développe les équations générales de façon à rendre leurs résultats comparables à l'expérience. Il traite successivement de l'équilibre et du mouvement dans

les corps monoatomiques, polyatomiques, mélangés, et arrive à cette conclusion inattendue, que la position des atomes d'une molécule à une autre ne varie pas ou varie d'une manière sensible, nullement par degrés insensibles. Étudiant ce qui se passe dans un système de molécules pondérables et éthérées, il explique comment le mouvement des atomes de l'éther donne naissance à la dilatation des corps, et comment le thermomètre mesure la force vive de ce mouvement. Il trouve ainsi certains résultats applicables à la thermodynamique.

Ce bref exposé suffit pour faire apprécier l'importance des questions abordées par M. de Marsilly. S'il ne les a pas résolues aussi complètement qu'on peut le désirer, il faut tenir compte de leur difficulté excessive, qui est telle, à nos yeux, que nous croyons presque impossible de les résoudre par les voies frayées jusqu'ici. Néanmoins, ce travail ne sera pas stérile, n'eût-il d'autre résultat que de pousser de nouveaux chercheurs à tenter de nouveaux sentiers.

Ph. G.

#### IV.

MUSCINÉES DE LA FRANCE. par M. l'abbé BOULAY ; première partie : Mousses ; un vol. in-8° de CLXXIV et 624 pages : Paris, Savy, 1884.

Nous n'avons pas à présenter l'auteur de ce livre aux lecteurs de la Revue : des travaux de première importance, consacrés à l'histoire des végétaux fossiles, aux questions les plus ardues de la botanique phanérogamique, l'avaient tout particulièrement préparé à l'étude synthétique des sciences naturelles. En 1869, il avait abordé la philosophie de la science dans son intéressant travail sur Goethe et la science de la nature : en 1875, il revenait sur ce sujet (1) avec des ressources nouvelles fournies, moins encore par ses recherches personnelles, si étendues qu'elles fussent, que par ses adversaires même ; tant il est vrai que souvent, dans les luttes scientifiques et littéraires, le vainqueur prend à l'ennemi les armes destinées à le vaincre. M. Boulay est, à ces différents titres, connu et apprécié, non seulement des spécialistes, mais aussi de tous ceux qui s'intéressent, de près ou de loin, aux sciences naturelles.

Sous le titre beaucoup trop modeste de *Flore cryptogamique de*

(1) *La question de l'espèce et les évolutionnistes*, 1877.

*l'Est. Muscinées*, il dotait les bryologues français d'un ouvrage magistral, qu'ils s'étonnèrent, comme nous-même, de ne pas voir intitulé *Flore de France*. Le livre de M. l'abbé Boulay comprenait bien, en effet, tous les documents que sa profonde science avait pu réunir, et dont une réputation justement méritée lui avait procuré la connaissance. Il avait lui-même parcouru pendant quatorze ans les vallées de la Meuse et de la Meurthe, le bassin du Rhin, le Jura, et surtout les Vosges dont il avait fouillé toutes les vallées; on peut dire que rien de ce qui intéresse la bryologie de l'est de la France ne manquait à cet ouvrage; mais en outre, étendant ses descriptions et ses citations à une quantité de nos provinces attentivement explorées par lui, il en faisait réellement une flore bryologique de France, telle qu'elle pouvait alors satisfaire les plus difficiles.

L'auteur ne pouvait pourtant se contenter d'une pareille œuvre, si parfaite qu'elle fût. Il se remit au travail pour entreprendre la réalisation de son idéal sur cette flore bryologique de France que ses émules et ses collaborateurs croyaient volontiers avoir entre les mains. Il reprit ses excursions pour les étendre à la France entière, explora tous les points de notre pays qui lui parurent dignes d'intérêt, et que d'autres chercheurs, patients et exercés comme lui, n'avaient pas encore étudiés. Dès longtemps le concours dévoué de tous les bryologues français lui était assuré, si bien que nous pouvons affirmer qu'aucune région un peu intéressante du territoire n'a échappé à ses investigations. En un mot, l'œuvre que nous analysons est *complète*. Tous ceux qui ont consacré quelques efforts à l'étude des cryptogames, ceux-là surtout qui ont livré au public des travaux intéressant la systématique des végétaux inférieurs, comprennent la valeur de ce mot, appliqué à un sujet de cette nature. Espérons qu'un jour viendra où des travailleurs français, suivant l'exemple que leur donne M. Boulay, consacreront aux cryptogames vasculaires, et surtout aux Algues, aux Lichens et aux Champignons des ouvrages de la valeur de celui-ci.

C'est après douze années que l'auteur a atteint son but. On nous saura gré, nous l'espérons, de donner quelques détails sur un ouvrage qui occupe dès maintenant la première place parmi les livres consacrés à la flore des plantes inférieures.

Nous ne possédons encore que la première partie de la Flore des Muscinées de France; elle est consacrée aux Mousses. Le second volume, nous pouvons y compter, nous procurera bientôt au sujet des Hépatiques autant de satisfaction que nous en donne aujourd'hui le premier

La flore des Mousses est la plus nombreuse, il est vrai, peut-être pas pourtant la plus difficile à parfaire. Nous y trouvons la description de 577 espèces ; ce n'est certes pas chose facile de grouper méthodiquement un aussi grand nombre de plantes, dont une étude microscopique attentive et toujours multipliée fournit seule les caractères distinctifs : il faut avoir comparé entre eux des centaines d'échantillons, en apparence d'une même espèce, pour se rendre compte de la patience déployée pour mener à bonne fin pareil travail.

Laissons pour le moment de côté une préface sur laquelle nous aurons à revenir. Négligeons l'histoire générale des Mousses, à laquelle M. Boulay ajoute peu : les Mousses ont, en effet, presque toutes une physionomie commune, et, considérées dans leur ensemble, elles rentrent facilement dans une description comparative sommaire. Leurs organes sont aussi connus depuis longtemps, et si quelques botanistes contemporains, inspirés par le désir d'établir des liens de *filiation* entre les divers groupes de plantes inférieures, ont tenté des rapprochements, soit avec les Algues, soit avec les plantes plus élevées en organisation, il faut reconnaître que leurs efforts n'ont guère été couronnés de succès. Si l'on sait que les Fougères et les plantes voisines, connues sous le nom de Cryptogames vasculaires, ont des affinités réelles avec nos grands arbres à feuilles persistantes, avec les Gymnospermes, pour être plus scientifique, les Muscinées paraissent constituer un groupe bien défini, échappant aux liens de filiation réelle ou supposée, auxquels nous venons de faire allusion. Dans un remarquable mémoire publié cette année même, M. l'abbé Hy (1), par l'observation de tous les stades du développement des Mousses et des Hépatiques, a réfuté d'une façon qui ne laisse plus de place au doute, les rêves de quelques philosophes, qui, se laissant entraîner par le désir de faire concorder les faits avec les conceptions de leur imagination, interprètent imprudemment des choses qu'ils n'ont pas observées ou qu'ils ont mal vues (2). M. Hy, on nous pardonnera cette digression, montre expressément, entre autres choses, que pour comparer le thalle des Hépatiques au prothalle des Fougères, comme le font MM. Marion et de Saporta, il faut considérer l'un par sa face inférieure, l'autre par sa face supérieure ; ils commettent en cela une faute grave, de même

(1) Hy, *Recherches sur le développement de l'archégone et du fruit des Muscinées* (ANNAL. D. SC. NATUR., 6<sup>e</sup> sér. 1884), avec 6 pl. gravées sur cuivre.

(2) Marion et de Saporta, *L'évolution du règne végétal* : 1<sup>re</sup> partie. Cryptogames (analysé dans cette Revue, t. X, p. 592, oct. 1881).

nature que celle qui, il y a peu d'années, compromit le crédit scientifique d'un zoologiste allemand, E. Hæckel, que le rôle parfois facile de philosophe avait éloigné de l'observation patiente des faits positifs.

Mais revenons à notre sujet, et pénétrons plus avant dans l'étude détaillée des faits, car l'ouvrage, abstrait par sa nature, supporte, je dirai mieux, réclame cette étude des détails ; c'est par eux qu'un livre de ce genre acquiert ses qualités ; c'est par la façon dont ils sont ordonnés et groupés qu'il prend ce caractère de méthode et de rigueur qui en fait la principale valeur. A ce point de vue, le travail de M. Boulay peut être considéré comme un modèle, que devraient bien miter beaucoup d'auteurs de flores phanérogamiques, bien plus aisées pourtant à rédiger avec ordre, en raison même de la facilité incomparablement plus grande que présentent l'étude et le groupement des plantes à fleurs.

Nous trouvons au début une table dichotomique qui permet la détermination rapide des espèces ; nous en connaissons l'ébauche ou plutôt la première édition par les *Muscinées de l'Est* ; cette nouvelle rédaction, s'étendant d'ailleurs à bon nombre d'espèces qui ne rentreraient pas dans le cadre primitif, réalise un progrès important. Chacun peut songer aujourd'hui, quelque région de notre territoire qu'il habite, à devenir bryologue ; la table dichotomique lui permettra d'arriver au nom des espèces qu'il recueillera : se reportant, dans le corps de l'ouvrage, à la page indiquée à la suite du nom trouvé par lui pour chaque espèce, il pourra lire et comparer à l'objet une description détaillée, occupant souvent plus d'une page. Il y trouvera, en italiques, les caractères qui fournissent la note distinctive de l'espèce ; si l'un quelconque d'entre eux manque à sa plante, il reviendra à la table dichotomique, et ne tardera pas, avec un peu d'expérience, à reconnaître le point où il a fait fausse route. Il arrivera sûrement ainsi à la vérité. Il suffit d'ailleurs de lire l'une quelconque de ces descriptions pour reconnaître qu'aucun caractère, important ou non, n'y est négligé ; rien n'y manque, et si l'espèce se relie à des formes difficiles ou douteuses, à ces formes dites affines, nous les trouvons méthodiquement reliées au type comme sous-espèces, variétés, formes, suivant le degré de leurs affinités, et distinguées avec le même soin que les types par leurs caractères essentiels et leurs caractères secondaires.

Qu'on veuille bien considérer l'article consacré à l'*Hypnum molle*, l'une de nos espèces les plus communes : quatre variétés se groupent autour d'elle ; leur distinction d'avec le type et entre elles nécessite de

soigneuses observations, mais elles ne sont pas conformes ; consultons la flore ; prenons tel échantillon recueilli par exemple au Canigou, nous reconnâtrons en lui la variété *dilatatum*. Citons seulement les *H. palustre*, *H. molluscum* avec leurs quatre variétés, *Philonotis fontana*, *Bryum torquescens* ; la plupart de ces espèces sont vulgaires, elles constituent un type unique, bien défini, pour les débutants et pour les botanistes localisés en un point. Mais, que de difficultés rencontre celui qui observe et compare les échantillons récoltés au nord et au midi, dans les forêts alpines, et sur les bords des torrents méridionaux ! C'est là surtout qu'est nécessaire l'intelligence délicate des affinités réciproques, de *la parenté*, comme on se plaît à dire aujourd'hui. Nous voudrions pouvoir suivre l'auteur de plus près encore dans cette analyse d'un type quelconque et des formes qui se groupent autour de lui : mais il nous faut passer outre.

Nous n'irons pas plus loin pourtant sans exposer ici la manière dont M. Boulay conçoit les formes que nous venons de mentionner ; les travaux qu'il a consacrés à la philosophie de la science donnent une valeur toute particulière à son interprétation des rapports qui existent entre les *formes* affines ou *parentes* à divers degrés. Depuis Aristote jusqu'à Cuvier, les définitions se sont succédé, les unes fondées sur l'observation étroite des faits, les autres sur des considérations philosophiques, parfois sur les aberrations d'esprit de leurs auteurs. De nos jours, la mode s'est emparée de cette question ; chacun a voulu dire son mot, sans contribuer, il est vrai, à jeter beaucoup de lumière sur le sujet.

M. Boulay, on l'a vu déjà, est un observateur positif ; sa définition de l'espèce est frappée au coin de l'esprit le plus net : « Toute plante dont il n'est pas démontré qu'elle passe à une autre par des transitions insensibles et qui, d'ailleurs, se distingue de ses congénères par des caractères morphologiques d'une certaine importance, a été considérée comme une espèce. » Cette définition nous semble satisfaire tous ceux qui, dans l'étude des sciences naturelles, prennent pour point de départ l'observation des faits réels et bien démontrés. L'auteur a compris que ce n'était pas ici le lieu de sonder le mystère que le problème de l'espèce oppose depuis tant de siècles aux efforts de la philosophie. En l'abordant, il eût nécessairement laissé le trouble de l'incertitude à ceux qui prendront son livre pour guide. M. Boulay leur indique une voie sûre qui ne les égarera pas ; c'était et ce devait être son but dans un ouvrage de cette nature.

Toutes les plantes ne peuvent pas être distinguées nettement comme

des espèces : il en est qui, en différant peu, offrent pourtant à leur égard quelques différences d'ordre secondaire. Suivant que ces différences sont plus ou moins profondes ou superficielles, plus ou moins persistantes ou fugaces, on les considère comme des *sous-espèces*, des *variétés* et des *formes*. Ce sont là des notions pratiques, telles que doit, à notre avis, les concevoir tout homme qui veut écrire un bon ouvrage de botanique systématique.

Quant au *genre*, M. Boulay voudrait le voir considéré par les bryologues à un point de vue plus élevé : nous nous associons à lui pour souhaiter qu'un botaniste « familiarisé avec l'ensemble de la bryologie, s'occupe de nous en donner un *Genera* qui fasse autorité... La condensation des genres paraît devoir s'imposer quand il s'agira des Mousses. » Nous nous permettons de désirer que le savant professeur de Lille ne cherche pas ailleurs que chez lui-même l'esprit de synthèse nécessaire pour réussir dans une pareille entreprise.

Nous passerons sous silence la distribution des Mousses en familles ; suivant les divers points de vue auxquels ils se sont placés, les différents auteurs les ont différemment limitées. Peu nous importe ici ; il suffit au lecteur de connaître la disposition choisie par l'auteur et les motifs qui l'ont déterminé à l'adopter.

Que nous pensions beaucoup de bien du livre de M. Boulay, on n'en saurait douter à la lecture de ces lignes. Nous nous permettrons pourtant une observation sur un point de détail : nous la devons à nos convictions de botaniste cryptogamiste, et l'auteur nous la pardonnera, s'il fait à ces pages l'honneur de les parcourir. Il s'agit de nomenclature, nous dirions volontiers qu'il s'agit de la partie mécanique du travail. Quel nom faut-il donner à une espèce ? Celui qu'elle porte, nous dira-t-on ; mais tous les cryptogamistes savent qu'avant l'époque où l'optique a mis à leur disposition de bons procédés d'observation, les descriptions des plantes inférieures étaient nécessairement incomplètes : la publicité scientifique était beaucoup moins grande qu'aujourd'hui ; chaque collecteur donnait un nom à ses soi-disant découvertes, leur appliquant une diagnose, et nous pourrions citer un certain nombre d'algues qui ont successivement reçu environ cinquante noms différents. Notre question est donc légitime : « Quel nom faut-il donner à une espèce ? » Notre avis diffère, au moins le croyons-nous, de celui de M. Boulay. Le congrès international de botanique réuni à Paris en 1867 a rédigé, sous le nom de *Lois de la nomenclature*, une sorte de code dont l'adoption, proposée par des savants de presque toutes les nations européennes et des États-Unis, a été généralement

acceptée. Pour nous, nous aimons à nous régler sur ce code, dans toutes les difficultés que nous rencontrons.

Au point de vue spécial qui nous occupe, nous croyons que la loi de priorité s'impose *d'une manière absolue* et exclusive. Nous pensons que le jour où une famille, un genre, une espèce, un groupe quelconque a été *légitimement* distingué par un nom, ce nom lui appartient, que nul ne peut le changer. De fait, tout changement de cette sorte jette le trouble dans la science et devient l'origine d'une foule d'erreurs, de répétitions, et, dans beaucoup de cas, il est la cause productrice de ces listes synonymiques d'une désespérante longueur, dans le dédale desquelles se perd l'esprit le plus méthodique.

Ainsi donc, nous croyons que, lorsqu'une espèce ou un groupe ont été justement distingués et définis par rapport à leurs voisins, le nom *princeps* qu'ils ont reçu doit leur être conservé ou rendu, bien qu'un autre ait pu être consacré par un long usage. Il ne s'agit pas ici, bien entendu, des dénominations génériques vides de sens dont parle M. Boulay; nous n'ignorons pas que, vers la fin de sa carrière, Schimper a trop souvent abusé de l'autorité dont il jouissait pour établir dans des genres parfaitement homogènes des coupes génériques absolument inutiles, fondées sur des caractères mal pondérés; ces coupes, adoptées sans discussion, sur l'exemple du maître, par la plupart des bryologues modernes, ont certainement nui à la notion des genres ainsi pulvérisés.

Au fond, nous le comprenons, nous sommes bien près d'être du même avis; quelques mots d'explication de la part de l'auteur, et l'accord entre nous serait complet. C'est pourquoi nous faisons tout à l'heure des vœux pour que M. Boulay accomplisse lui-même le travail de synthèse dont il comprend la nécessité.

Nous ne pouvons passer sous silence l'important chapitre où l'auteur développe ce que ses recherches lui ont appris depuis vingt-six ans sur la distribution géographique des Mousses en France. Il a pourtant déjà traité ce sujet dans son précédent livre et surtout dans son *Étude sur la distribution géographique des Mousses en France* (1877); nous n'insisterons donc pas sur un point que nous pouvons supposer connu de nos lecteurs. Rappelons seulement qu'il divise la France en trois grandes régions bryologiques, distinguées par l'ensemble des espèces qui y croissent, et par bien des espèces particulières; ce sont: la région méditerranéenne, la région des forêts et la région alpine.

Ces distinctions générales sont fondées sur des conditions dont M. Boulay a suffisamment discuté la valeur dans ses ouvrages antérieurs. Il importait pourtant de signaler ces pages, qui résument et synthétisent les observations développées à la suite de chaque description. Nous y trouvons, détaillées avec précision, les stations où se trouve chaque espèce, sous-espèce, variété ou forme, la nature chimique du sol, les conditions physiques du support, les conditions climatiques, la zone altitudinale, tous les détails enfin qui peuvent éclairer le collecteur sur ces plantes, et lui redire son histoire : M. Boulay va plus loin ; sauf pour les espèces les plus communes dites ubiquistes, il détaille toutes les localités où la plante a été recueillie, en rapportant à chaque collecteur le mérite de ses observations. Il en déduit les localités ou les districts où chaque plante a son maximum et son minimum d'extension, et son degré plus ou moins grand de vulgarité ou de rareté. On comprend combien il a fallu d'efforts pour faire aboutir une pareille entreprise ; mais, nous l'avons dit en commençant, M. Boulay doit à sa science et à l'autorité dont il jouit dès longtemps, en même temps qu'à la rigueur de sa méthode, d'avoir pu connaître et grouper les documents vraiment innombrables dont disposent les bryologues français.

Un mot encore pour terminer. Nous savons déjà, par ses œuvres philosophiques et par ce que nous en avons dit au sujet de l'absence de liens entre les Muscinées et les Algues d'une part, les Cryptogames vasculaires d'autre part, ce que pense M. Boulay au sujet des liens de parenté supposée par les philosophes entre les Mousses et les groupes supérieurs des végétaux. Il ne les admet en aucune façon, pas plus que M. Hy, qui s'est appliqué pendant plusieurs années à rechercher ces liens. Ceux-là même que la théorie de la filiation effective entre les êtres vivants a le plus séduits, des partisans convaincus de la descendance, ont dû renoncer à l'admettre pour ce qui concerne les Muscinées : « Il est hors de doute, dit Schimper (1), que, dans le monde actuel, nous avons affaire à des espèces qui peuvent bien se mouvoir dans un certain cercle, dont cependant elles ne sortent pas » ; et plus loin : « Je ne saurais admettre qu'il soit permis à un systématien du monde présent de quitter les faits actuels pour se laisser entraîner par les spéculations de la philosophie naturelle. » Il est bon de rappeler que Schimper paléontologiste était franchement

(1) *Musci Europæi novi*, etc. Stuttgart, 1866.

transformiste ; l'absence d'affinités chez les Muscinées lui paraissait si absolue, qu'il semble, dans les lignes qui précèdent, étendre ses convictions à tous les êtres vivants.

M. N. Müller manifeste plus explicitement encore la négation de toute relation de parenté effective entre les Mousses et tout autre groupe. Il n'est pas sans intérêt de citer les termes pittoresques qu'il emploie, dans son langage transformiste, pour exprimer son opinion ; après avoir reconnu qu'elles ont peu de rapport avec les Cryptogames vasculaires, avec les Characées, avec les Algues, « *on pourrait*, il est vrai, dit-il, *construire des races supposées perdues* ; mais une entreprise de ce genre conduirait à des spéculations sans fin qui, plus tard, tourneraient au désavantage de la *continuité de développement qu'il faudra établir* des Mousses vers les Cryptogames vasculaires (1). »

Disons-le pour finir, cette opinion de savants qui ont consacré leur vie entière à l'étude des Muscinées doit être prise en sérieuse considération, et nous ne devons pas nous étonner que les tentatives faites par quelques hommes, fort ignorants de l'histoire des Mousses et des autres Cryptogames, aient tourné à leur complète confusion. L'expérience des Schimper, des Müller, des Boulay et de bien d'autres qu'il est inutile de citer, aurait dû les garder de s'aventurer sur un terrain aussi dangereux.

G. F.

## V

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ET A L'ANALYSE DES EAUX ALIMENTAIRES, et spécialement des eaux de la ville de Louvain et de quelques autres localités de la Belgique, par C. BLAS, professeur ordinaire à la faculté des sciences de l'université de Louvain ; — Bruxelles, E. Ramlot ; Louvain, Peeters-Ruelens, 1884 ; — in-8°, 174 pages et 4 planches.

L'altération des eaux alimentaires, principalement au contact d'un sous-sol souillé par la présence de matières organiques d'origine animale en décomposition, est une des causes les plus fréquentes de la propagation des maladies épidémiques et infectieuses. L'analyse chimique et microscopique pouvant fournir des renseignements certains sur la nature d'une eau, il importe donc qu'un accord parfait s'éta-

(1) *Handbuch der Botanik*.

blisse entre les chimistes et les hygiénistes au sujet des qualités à exiger des eaux alimentaires et des méthodes à adopter pour l'analyse de ces eaux. Il résulte des données fournies par l'analyse que les eaux de puits ordinaires des villes, et en général de toutes les localités peuplées, laissent beaucoup à désirer au point de vue de la salubrité ; les eaux de puits artésiens, les eaux de sources et les eaux courantes leur sont de beaucoup préférables. En ce qui concerne spécialement la ville de Louvain, l'étude hydrologique de la partie du bassin de la Dyle qui lui fournit ses eaux, comme l'examen des diverses sortes d'eaux recueillies dans cette contrée, montre qu'il y a lieu pour elle d'étudier la question de la captation des sources de certains affluents de la Dyle. Tels sont les divers points que l'auteur développe successivement dans sa brochure, extraite des Mémoires de l'Académie royale de Belgique (Savants étrangers, tome XXXVII, in-8°).

Parcourons rapidement les différents chapitres de cette étude.

I. *Considérations sommaires sur l'origine et les conséquences de l'altération des eaux.* — Le séjour de l'homme et des animaux à la surface du sol occasionne la pénétration dans le sous-sol de matières organiques azotées provenant de déjections, urines, eaux de lavage du linge, etc. Si ce sol est suffisamment poreux et aéré, les matières organiques sont, au moins en grande partie, détruites par oxydation et transformées en eau, acide carbonique et acide azotique : les ferments ou microbes qui se trouvent dans ce sous-sol sont aérobies. Si, au contraire, le sous-sol étant moins bien aéré, l'oxydation des matières animales ne s'y effectue que d'une manière imparfaite, la putréfaction s'établit ; l'ammoniaque, l'acide azoteux et l'hydrogène sulfuré se forment : les desmobactéries et les microbes anaérobies prennent un développement considérable.

En cas d'épidémie, les matières organiques azotées provenant des organismes infectés peuvent être accompagnées de germes ou micro-organismes spécifiques, caractéristiques de ces maladies. Le sous-sol sera également propice à la conservation et même à la multiplication de ces germes, s'il renferme des matières organiques en putréfaction (1).

Ces micro-organismes, simples bactéries ou germes spécifiques, passent en grande partie du sous-sol dans l'eau qui y filtre et qui le

(1) M. Blas a publié antérieurement dans le Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique (t. V, 3<sup>e</sup> série, n° 8), une notice spéciale relative à l'influence du sous-sol sur les maladies miasmatiques.

baigne à une certaine profondeur. Quelquefois aussi, mais beaucoup plus rarement, il arrive qu'ils sont projetés directement dans l'eau avec les matières organiques d'origine animale, par l'orifice de puits mal couverts. Une fois arrivés dans l'eau, ils peuvent s'y conserver vivants, au moins pendant un certain temps, si cette eau renferme beaucoup d'impuretés et notamment une proportion considérable de substances organiques azotées, de façon à jouer vis-à-vis de ces micro-organismes le rôle de liqueur de culture. Dans certains cas, si cette liqueur était bien appropriée, ils pourraient même s'y conserver assez longtemps et s'y multiplier.

Or il résulte de nombreuses observations que les germes infectieux provenant de maladies telles que le typhus, le choléra, etc., introduits dans un organisme par les voies digestives ou par les voies respiratoires avec l'eau ou toute autre substance leur servant de véhicule (aliments, air atmosphérique, etc.), ont le pouvoir de transmettre directement ces maladies.

Indépendamment de ces germes pathogènes spécifiques, la présence dans une eau en proportion assez forte des bactéries accompagnant les matières animales en putréfaction rend l'usage de cette eau nuisible à la santé : il peut provoquer diverses maladies, telles que la dyssentérie, le catharre des voies digestives, etc., et en outre prédisposer l'organisme à contracter des maladies épidémiques ou infectieuses sous l'influence éventuelle des germes pathogènes spécifiques.

Enfin une eau qui renferme une quantité considérable de matières organiques, et surtout de matières azotées, est déjà par là même dangereuse à employer, parce que ces matières organiques peuvent à un moment donné entrer en putréfaction et rendre l'eau susceptible de se charger de bactéries et de germes spécifiques.

II. *De l'analyse des eaux alimentaires.* — Nous ne possédons jusque aujourd'hui aucun moyen de constater directement et sûrement dans une eau la présence de germes spécifiques. Ces germes ne sont encore que très imparfaitement connus, bien que les récentes découvertes de Pasteur et de Koch aient jeté un certain jour sur la nature et les conditions de vie de plusieurs d'entre eux.

Quant aux bactéries qui accompagnent la putréfaction, et dont les conditions d'existence sont probablement analogues à celles des germes spécifiques, on peut les reconnaître directement au microscope. Souvent on commence par soumettre ces microbes à une culture spéciale ; et on combine l'examen microscopique avec l'emploi de divers réactifs

chimiques, ainsi qu'avec l'expérimentation physiologique sur des animaux.

Mais comme les bactéries se rencontrent généralement et presque exclusivement dans les eaux qui renferment les produits de la décomposition putride des matières organiques azotées (ammoniaque, acide azoteux, etc.) ou qui contiennent tout au moins des matières organiques putrescibles, on peut se procurer indirectement des indications à peu près certaines sur leur présence en effectuant l'analyse chimique de l'eau. L'analyse chimique a en outre l'avantage de renseigner d'avance sur le danger que peut courir une eau de subir de graves altérations, en devenant le siège de la putréfaction de matières animales et du développement des micro-organismes ; comme aussi de faire connaître, le cas échéant, l'existence dans cette eau d'autres substances organiques ou minérales pouvant exercer une action nuisible sur la santé. Il faut noter aussi que les procédés de l'analyse chimique, même quantitative, sont plus expéditifs et plus faciles que ceux de l'analyse microscopique.

L'analyse chimique d'une eau alimentaire doit porter notamment sur la détermination quantitative des substances suivantes : matières organiques, ammoniaque, acide azoteux, acide azotique, chlore (provenant principalement des urines), hydrogène sulfuré, matières minérales diverses (métaux alcalins et alcalino-terreux, fer, manganèse, alumine, silice, acide phosphorique, acide sulfurique, etc.), corps gazeux (acide carbonique, oxygène, azote, etc.), résidus d'évaporation et de calcination. On examine aussi la dureté ou crudité de l'eau.

On a, pour chacun des corps les plus importants renfermés habituellement dans les eaux alimentaires, voulu fixer des teneurs maxima ou limites, à partir desquelles ces eaux devraient être déclarées médiocres ou mauvaises. Mais il ressort du travail de M. Blas que ces teneurs, acceptées dans certaines contrées, ne peuvent servir pour la Belgique, du moins pour la plus grande partie de ce pays. Ainsi pour la basse Belgique, où le terrain est en général plus ou moins sablonneux, ces limites doivent pour la plupart être beaucoup plus larges que celles qui sont généralement admises (notamment d'après Reichardt). On s'en fera une idée par le tableau suivant :

## TENEURS-LIMITES

	Généralement admises.		Proposées par M. Blas pour la basse Belgique.	
	Grammes par litre	Degrés hydrotimétriques (Boutron et Boudet)	Grammes par litre	Degrés hydrotimétriques (Boutron et Boudet)
Résidu d'évaporation . . .	0,500	»	1,500	»
Matières organiques . . .	0,050	»	0,050	»
Acide azotique (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). . .	0,027	»	0,100	»
Chlore (Cl) . . . . .	0,035	»	0,100	»
Acide sulfurique (SO <sub>3</sub> ). . .	0,100	»	0,100	»
Ammoniaque. . . . .	0	»	0	»
Acide azoteux . . . . .	0	»	0	»
Dureté . . . . .	»	32	»	64

On se gardera de franchir ces limites en ce qui concerne l'ammoniaque, l'acide azoteux, les matières organiques azotées. On pourra user de tolérance au sujet de la dureté, du résidu d'évaporation, de l'acide sulfurique, des matières organiques d'origine végétale, de l'acide azotique et du chlore. Cependant les eaux qui renferment des quantités trop considérables de ces dernières substances doivent être surveillées de près : et elles ne seront utilisées que faute de mieux, à titre de passables ou de médiocres.

La fixation, comme terme de comparaison, de teneurs maxima pour les bonnes eaux alimentaires, suppose que l'analyse soit faite par des procédés suffisamment exacts et toujours les mêmes. L'auteur propose d'employer les méthodes qu'il décrit dans son ouvrage.

Quant à l'examen microscopique, il ne doit pas déceler la présence de microbes et surtout de bactéries, notamment de bactéries de la putréfaction (bactéries schizomicètes, desmobactéries, etc.), en quantité considérable. Mais le microscope ne rendra de vrais services que lorsque, par suite des perfectionnements apportés aux procédés de culture rationnelle et des progrès réalisés dans la connaissance des micro-organismes pathogènes spécifiques, on pourra désigner d'une manière plus précise l'espèce et le nombre de ces micro-organismes nuisibles.

III. *Résultats d'analyses d'eaux alimentaires de diverses localités de la Belgique et spécialement de la ville de Louvain.* — Ces résul-

tats sont consignés dans une série de tableaux où l'on trouve indiqués, pour les diverses eaux, la provenance, la date de la prise d'échantillon, les caractères physiques et organoleptiques, la dureté totale et persistante, la teneur en matières diverses (acide azotique, acide azoteux, ammoniaque, chlore, acide sulfurique, hydrogène sulfuré, matières organiques), et les caractères du résidu d'évaporation séché à 110° (quantité, aspect, effets de la calcination, composition).

Les eaux sont ensuite groupées d'après leurs teneurs en éléments divers, puis appréciées d'une manière générale et classifiées en bonnes ou assez bonnes, médiocres ou passables faute de mieux, et mauvaises ou dangereuses.

1. Eaux de puits ordinaires de la ville de Louvain. — 71 eaux de puits, tant publics que privés, ont été analysées. La grande majorité ont des teneurs absolument trop élevées en acide azotique, chlore et matières organiques, comme aussi des teneurs très fortes en résidu d'évaporation et degrés hydrotimétriques. En ne tenant point compte des eaux dont la souillure est due d'une façon notoire à des circonstances tout à fait locales ou accidentelles, on trouve que, parmi les eaux de puits ordinaires de Louvain,

6 p. c. sont assez bonnes,

28 " " médiocres ou passables faute de mieux,

66 " " mauvaises.

2. Eaux de puits ordinaires de diverses localités en dehors de Louvain. — 47 eaux ont été analysées, provenant pour la plupart de la partie basse de la Belgique. Elles renferment le plus souvent, surtout dans les villes, des quantités fort élevées de matières fixes, chlorures, azotates, azotites, matières organiques. Les meilleures proviennent de la campagne ou de localités peu peuplées. Dans la moyenne et dans la haute Belgique, les eaux sont généralement moins chargées de matières fixes, nitrates, chlorures, etc.

3. Eaux de puits artésiens de Louvain et des environs. — L'examen a porté sur les eaux de 8 puits différents : toutes peuvent être rangées dans la catégorie de bonnes.

4. Eaux de sources, drains, etc. — 20 eaux ont été étudiées et déclarées bonnes. Celles de la moyenne et de la haute Belgique sont généralement plus pures encore que celles de la basse Belgique, particulièrement en ce qui concerne la teneur en matières organiques.

5. Eaux courantes. — Les eaux du Démer en amont de Hasselt, ainsi que celles de la Dyle et de la Voer en amont de Louvain, sont

relativement bonnes quant à la teneur en matières organiques et en sels divers. En aval des villes qu'elles traversent, ces eaux sont beaucoup plus chargées d'impuretés, notamment de matières organiques d'origine animale. Les eaux de la Lesse et de la Meuse près de Dinant sont moins dures que celles des cours d'eau précédemment cités.

Cette partie du mémoire de M. le professeur Blas, comprenant l'analyse et l'appréciation d'environ 160 échantillons d'eau, correspond à un travail de laboratoire remarquable par son étendue et par les soins minutieux apportés à son exécution. Notons qu'un grand nombre d'eaux ont été examinées à plusieurs reprises (il y en a qui ont été analysées jusqu'à treize fois), en vue d'étudier les changements qu'elles ont subis.

IV. *Esquisse hydrologique du territoire de la ville de Louvain et de ses environs.* — On distingue dans l'enceinte de la ville de Louvain : a) la partie haute du sud-est (cote 25<sup>m</sup> à 35<sup>m</sup>); b) la partie basse située dans le centre, sur les bords de la Dyle (cote 20<sup>m</sup> à 25<sup>m</sup>); c) la partie haute du nord-ouest, sur la rive gauche de la Voer (cote 25<sup>m</sup> à 35<sup>m</sup>).

Le système bruxellien affleure dans toute la partie sud-est; il est raviné au centre par les alluvions de la Dyle; et il est recouvert au nord-ouest par le système laekénien, qui disparaît lui-même en dehors des portes sous l'assise diestienne.

Les puits ordinaires de la ville de Louvain rencontrent la nappe aquifère dans l'épaisseur de l'assise bruxellienne ou de la couche d'alluvions. L'allure de cette nappe a été relevée par de nombreuses opérations de nivellement et de mesurage relatives à la cote de l'orifice et à la profondeur des puits, comme aussi à la hauteur de l'eau dans la Dyle et dans la Voer; elle constitue un bassin à versants assez peu inclinés et dont le thalweg coïncide avec le lit de la Dyle.

La grande profondeur des puits, la porosité et la nature calcaireuse du terrain, dans la partie sud-est de la ville, expliquent la forte teneur des eaux de cette zone en matières fixes, acide azotique, métaux alcalino-terreux, etc. Dans la partie basse ou centrale de la ville, le peu de profondeur des puits, la moindre porosité du terrain et la proximité des cours d'eau, Dyle et Voer, occasionnent d'une part une teneur moindre en matières fixes, mais par contre une proportion souvent plus forte de matières organiques et une plus grande variabilité de composition. Enfin, dans la partie nord-ouest, on peut attribuer à la nature moins calcaireuse du terrain, au peu d'extension de la

population et au voisinage de la Voer la teneur relativement peu élevée des eaux en matières diverses.

Le creusement des puits artésiens a révélé l'existence sous le territoire de Louvain et de ses environs, de la succession de terrains ci-après : sables bruxelliens (épaisseur moyenne : 24 mètres) ; — sables yprésiens (27 mètres) ; — argile yprésienne (25 mètres) ; — sables landéniens aquifères, constituant la première couche artésienne (16 mètres) ; — argile landénienne (27 mètres) ; — marne heersienne (5 mètres) ; — tuffeau et silex maestrichtiens, 2<sup>e</sup> couche artésienne (16 mètres) ; — craie sénonienne (30 mètres) ; — schiste silurien.

La première nappe artésienne a son niveau hydrostatique moyen à 25 mètres environ au-dessus du niveau de la mer ; la seconde nappe s'élève jusqu'à 33 mètres à peu près au-dessus de ce niveau.

La Dyle reçoit à Louvain et en amont de cette ville les eaux de divers affluents, tels que la Voer et l'Yssche sur la rive gauche, et le Molenbeek sur la rive droite. Ces ruisseaux ont leurs sources à des cotes supérieures à 60 mètres. L'eau de toutes ces sources semble être de bonne qualité au point de vue alimentaire.

Comme on le voit, ce chapitre complète l'étude des eaux de Louvain et des environs de cette ville. Quatre belles planches intercalées dans le texte en rendent l'intelligence très facile.

V. *Conclusions.* — Les compositions moyennes des principaux types d'eaux alimentaires étudiés par M. le professeur Blas sont les suivantes :

TYPES D'EAUX	DURETÉ totale	TENEUR (EN GRAMMES PAR LITRE)				
		Résidu d'évapor.	Matières organiq.	Acide azotique	Chlore	
Puits ordinaires {	Louvain . . .	52 <sup>o</sup>	1,471	0,112	0,290	0,215
	Dinant . . .	36 <sup>o</sup>	0,920	0,005	0,135	0,120
Puits artésiens :	Louvain . . .	20 <sup>o</sup>	0,411	0,017	0,002	0,055
Sources :	Distribution de Bruxelles	28 <sup>o</sup>	0,391	0,064	0,022	0,012
Eaux courantes :	La Voer à Louvain (en amont)	27 <sup>o</sup>	0,330	0,040	. . .	0,021

Vu la mauvaise qualité de leurs eaux de puits ordinaires, la plupart des villes s'approvisionnent aujourd'hui d'eau de puits artésiens et principalement d'eau de source ou d'eau courante.

L'auteur estime, et avec raison croyons-nous, que l'eau de source doit à *priori* être préférée à l'eau de rivière. Les eaux courantes offrent peu de constance dans leur composition ; leur température est également variable ; elles sont souvent troubles et exposées à recevoir toute sorte de souillures, ce qui oblige à les laisser déposer et à les filtrer au préalable. L'eau de source ou de drains provenant de terrains peu habités et peu cultivés est généralement limpide et exempte de matières organiques d'origine animale ; elle est suffisamment légère ; enfin sa composition et sa température sont à peu près constantes.

M. Blas signale aux environs de Louvain un assez bon nombre de sources que l'on pourrait utiliser avantageusement pour l'alimentation de cette ville.

Le livre de M. le professeur Blas renferme donc un ensemble imposant de renseignements précieux et de vues originales sur cette grave et délicate question de la salubrité des eaux. Personne n'avait encore jusqu'ici fourni un tribut aussi considérable de matériaux pour l'édifice de l'hydrologie belge. Ce travail constitue à ce titre un document scientifique de grande valeur ; aussi a-t-il reçu de l'Académie l'accueil le plus élogieux (1).

C'est aussi un guide pratique et sûr, en même temps qu'un modèle accompli, pour le chimiste ou l'expert qui ont à s'occuper d'analyses d'eaux alimentaires.

Enfin, pour la ville de Louvain, c'est une œuvre d'une importance capitale et dont sans doute elle ne manquera pas de tirer parti.

Comme le dit en terminant M. Blas, il est extrêmement désirable que les différents types d'eaux des diverses contrées de notre pays soient ainsi étudiés d'après une méthode rationnelle et uniforme ; cette question des eaux alimentaires est en effet une de celles qui intéressent le plus vivement l'hygiène publique.

Aujourd'hui plus que jamais le sujet est à l'ordre du jour ; il préoccupe tous les corps savants, toutes les municipalités des grandes villes. En présence du choléra qui menace d'envahir bientôt le nord de l'Europe, il n'y a plus à hésiter ; il faut que, suivant les avis édictés par la science, toutes les villes, grandes et petites, renoncent à leurs puits et se munissent en toute hâte d'une distribution d'eau pure venant du dehors. Puissent-elles, par ce moyen, enrayer la marche de ce redoutable fléau, qui l'été dernier a fait tant de victimes sur le littoral de la Méditerranée.

J.-B. ANDRÉ.

(1) Voir dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3<sup>e</sup> série, t. VII, n<sup>o</sup> 6, juin 1884, les rapports de MM. Renard, Spring, Stas et Cornet.

## VI

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME, par Fleeming JENKIN, professeur de mécanique à l'université d'Édimbourg, traduit de l'anglais par M. H. BERGER et M. CROULLEBOIS. Paris, Gauthier-Villars 1885.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ÉLECTRICITÉ, par James CLERK MAXWELL, publié par William GARNETT, M. A., professeur de physique à l'*University College* de Nottingham, traduit de l'anglais par Gustave RICHARD. Paris, Gauthier-Villars 1884.

Les traités nouveaux d'Électricité et de Magnétisme se succèdent à de très courts intervalles. Les plus remarquables parus jusqu'ici, celui de Gordon en Angleterre, celui de Mascart en France, n'ont pas arrêté cet élan ; il est même fort probable que les deux volumes dont je vais rendre compte ne l'arrêteront pas davantage, jusqu'à ce que vienne un Verdet, un Lamé, ou un Jamin, qui donne à cette science renouvelée sa forme définitive, en ne laissant place désormais qu'à des copies.

C'est en effet quelque chose comme un renouvellement total qu'ont subi en ces dernières années l'Électricité et le Magnétisme. Ils ne sont plus ce qu'ils étaient quand nos maîtres coordonnaient pour nous les éléments de ces deux sciences, et si quelqu'un de nos condisciples d'alors s'était endormi — comme il arrivait dans les anciennes légendes — et, se réveillant aujourd'hui, se voyait face à face avec nos auteurs contemporains, il se trouverait en plein pays inconnu ; même il ne découvrirait plus sous les mots nouveaux les idées anciennes. Le long sommeil que je suppose n'est pas même nécessaire. Combien d'ingénieurs, combien de docteurs en sciences, au sortir des cours universitaires, éprouvent cette sensation de désorientation totale en présence des praticiens de l'Électricité et du Magnétisme ! Il n'y a rien d'étonnant à cela. Sous leur forme nouvelle, ces sciences n'ont guère fait leur entrée dans les cours ; elles sont encore dans les mémoires.

Deux éléments surtout ont déterminé cette transformation de l'Électricité et du Magnétisme : le potentiel dans les théories, et les mesures définies dans l'évaluation des phénomènes. C'est à ces deux éléments, bien plus qu'aux nouvelles découvertes que sont dus les récents progrès. Le premier relie entre eux des faits demeurés jusqu'alors incohérents et des expériences décousues. Le second a donné aux déterminations,

tant théoriques que pratiques, la précision qui leur faisait défaut. A ce dernier point de vue, Jenkin compare très bien dans sa préface les évaluations anciennes à une analyse chimique qualitative et les nouvelles à une analyse quantitative.

Mais il est important dès lors — chacun le voit — de faire pénétrer dans les cours, sous forme classique, ces idées si fécondes, de les dégager du sein des mémoires où des détails étrangers et secondaires les embarrassent et de les mettre à portée des jeunes intelligences. Certes, ce n'est point chose aisée. M. Fleeming Jenkin l'a tenté. Son livre, arrivé en quelques années à la septième édition, est devenu classique en Angleterre.

Voici l'ordre dans lequel l'auteur a disposé les matières dont il devait traiter : je le donne en reproduisant les titres de ses différents chapitres.

1. *Quantité d'électricité.* Sous ce titre qui n'est pas heureux, me semble-t-il, sont groupés tous les faits fondamentaux de l'électricité statique : production de l'électricité, corps conducteurs et isolants, électricités des deux signes, induction statique, distribution de l'électricité dans les corps, électromètre absolu mesurant la quantité d'électricité, etc.

2. *Potentiel.* Voici en détail la distribution de ce second chapitre. 1. Définition du potentiel ou de la différence de potentiel. 2. Le travail fait dans le transport de l'électricité d'un point à un autre est le même quel que soit le chemin suivi. 3. Potentiel constant. 4. Le potentiel d'un corps est la différence de son potentiel et de celui de la terre. 5. Ce qui détermine le potentiel. 6. Sens des mots : potentiel *plus haut* ou *plus bas*. 7. Explication de ce qui précède, état de la surface et de l'intérieur d'un corps conducteur électrisé. 8. État de l'espace autour d'un conducteur chargé. 11. Effet des changements de l'électrisation de la bouteille de Leyde sur les potentiels de ses deux parties. 13. Relation entre la charge et le potentiel. 15. Théorie des électroscopes. 16. Flux d'électricité déterminé par une différence de potentiel. 17. Effet de la réunion, au moyen d'un fil, d'un conducteur à un point sans capacité, mais de potentiel différent. 18. L'électricité en mouvement fait toujours un travail. 19. Différence de potentiel produite par l'induction. 20. Différence de potentiel produite par le frottement. 21. Différence de potentiel produite par le contact. 22. Analogie et différence dans le résultat du contact suivant qu'il s'agit de corps solides ou liquides : Élément de pile. Électrolytes. Électrolyse. 23. Force électromotrice. 24. Elle est influencée par la température.

2. Les courants électriques et l'aimantation peuvent produire une force électromotrice. 26. Unité de force électromotrice ou de différence de potentiel.

Ce long détail fera mieux saisir au lecteur la manière dont M. Fleming Jenkin développe ses chapitres.

3. *Courant*. — 4. *Résistance*. — 5. *Mesures électrostatiques*. — 6. *Magnétisme*. — 7. *Mesures magnétiques*. — 8. *Mesures électromagnétiques*. — 9. *Mesures de l'induction électromagnétique*. — 10. *Unités adoptées dans la pratique*. — 11. *Théorie chimique de la force électromotrice*.

Je détaillerai encore ce chapitre :

1. Définition de l'Électrolyse. 2. Ions électropositifs et électronégatifs. (On sait que ce mot *ion* proposé par Faraday s'applique aux deux éléments simples ou composés dans lesquels tout électrolyte se décompose). — 3. Électrolyse des sels. — 4. Classement des corps suivant l'action électrochimique. — 5. Équivalents électrochimiques, Table. — 6. Relation entre le travail fait par le courant et l'électrolyse. — 7. Mesure de l'affinité chimique au moyen de la force électromotrice nécessaire pour l'électrolyse. — 8. Calcul de la force électromotrice produite par une combinaison chimique en fonction de la chaleur de combinaison. — 9. Force électromotrice de l'élément Daniell, calculée au moyen de l'action chimique. — 10. Applications pratiques de l'électrolyse. — 11. Mode du transport des ions à travers l'électrolyte.

Encore une fois le lecteur pourra voir par cet exposé la manière de procéder de l'auteur. Poursuivons.

12. *Thermo-électricité*. — 13. *Galvanomètres*. — 14. *Électromètres*. — 15. *Piles électriques*. — 16. *Mesure des résistances*. — 17. *Comparaison des capacités, potentiels et quantités*. — 18. *Machines électriques à frottement*. — 19. *Machines servant à produire de l'électricité au moyen de l'induction électrostatique*. — 20. *Appareils magnétoélectriques*. — 21. *Appareils électromagnétiques*. — 22. *Appareils télégraphiques*. — 23. *Vitesse des signaux*. — 24. *Lignes télégraphiques*. — 25. *Défauts sur les lignes télégraphiques*. — 26. *Applications utiles de l'électricité en dehors de la télégraphie*. — 27. *Électricité atmosphérique et terrestre*. — 28. *Boussole marine*. — 29. *Téléphone et microphone*.

La distribution des derniers chapitres est, comme on le voit, assez singulière, et l'on éprouve un certain étonnement à voir les défauts sur les lignes télégraphiques prendre un chapitre entier, et la boussole marine arriver en arrière, comme une oubliée.

La distinction des appareils magnétoélectriques et électromagnétiques demande explication. L'auteur appelle magnétoélectriques les appareils « dans lesquels des courants électriques d'une grande intensité sont induits dans des fils qui se déplacent à travers un champ magnétique créé par des aimants permanents ou des électroaimants. »

Il réserve le nom d'électromagnétiques à ceux dans lesquels « la pile qui engendre le courant est la source de puissance mécanique qui produit le mouvement. » Ce sont donc ceux que nous appelons les électromoteurs, et l'auteur le marque en ajoutant aussitôt : « Une machine électromagnétique peut servir à mettre en mouvement d'autres mécaniques. » Je crois que le nom ancien valait mieux que le nouveau, qui prête trop facilement aux méprises.

Ces vingt-neuf chapitres occupent les 450 premières pages du volume : les 170 autres sont consacrées à 17 notes très remarquables, parmi lesquelles nous signalerons la 4<sup>e</sup>, sur les lois de Coulomb, la 6<sup>e</sup>, sur le potentiel, et la 9<sup>e</sup>, sur l'énergie électrique.

La 3<sup>e</sup>, sur les unités fondamentales et les unités mécaniques dérivées, m'a remis en mémoire une note sur le même sujet parue dans les Bulletins de la Société belge d'électriciens, nos 3 et 4. Elle est due à M. le professeur Rousseau, de l'université de Bruxelles. Parmi les très nombreuses brochures qui ont été mises au jour depuis deux ans pour vulgariser ce système d'unités C. G. S. je n'en connais pas qui l'emporte sur elle par la lucidité, l'enchaînement et la méthode.

Dans un ouvrage classique, l'exactitude et la rigueur scientifique sont d'un grand prix, la clarté l'est autant, mais la méthode l'est davantage. Je reprocherai au livre de M. Fleming Jenkin d'en manquer parfois.

Toutes les conceptions modernes sur l'électricité et le magnétisme sont exposées dans cet ouvrage : elles le sont avec un incontestable talent. Tous les faits qui servent de base à ces théories, toutes les applications qu'ils peuvent présenter y sont décrits : la plupart des instruments de cours le sont également. Voilà donc un ouvrage savant, profond, complet : il sera d'un secours précieux aux ingénieurs, aux praticiens, aux professeurs. Mais je doute fort qu'il devienne le livre de nos élèves universitaires, le livre classique de nos cours supérieurs. Il l'est en Angleterre, me dira-t-on. Oui, je le crois, mais nous sommes trop accoutumés aux méthodes logiques, enchaînées, progressives des grands auteurs français, pour que notre esprit puisse se faire aux allures brusques, heurtées, secouées, qui frappent surtout dans le premier chapitre du Traité de Fleming Jenkin. L'auteur semble en

avoir eu conscience lui-même ; il prévient dans sa préface que cette partie de son livre, « dans laquelle les principaux phénomènes seront décrits et les termes expliqués... offrira peut-être au lecteur quelque difficulté, et cependant, ajoute-t-il, ceux qui l'aborderont sans idée préconçue sur la tension, l'intensité, etc., la trouveront probablement plus claire que ceux qui ont étudié les livres classiques. » Je m'étais mis dans la situation d'esprit indiquée pour commencer cette lecture : j'avais mis de côté tout ce que je pouvais savoir, comme pour apprendre à nouveau, et, franchement, l'impression que j'ai éprouvée n'a pas été heureuse. La méthode a ceci de bon qu'elle conduit l'esprit du connu à l'inconnu, par une voie douce, régulière, sur laquelle il roule sans soubresauts et sans heurts. Ici, bien au contraire, on chemine en diligence antique, par monts et par vaux, et sur des chemins très rocailleux. Je veux citer un exemple :

Au paragraphe 1<sup>er</sup>, l'auteur avertit que l'on a « longuement discuté pour savoir s'il y a un seul fluide ou deux fluides électriques : il est absolument inutile de supposer, dit-il, que les phénomènes sont dus à deux fluides, à un seul fluide ou à une combinaison de fluides quelconque ; toutefois nous nous servirons dans ce Traité des appellations suggérées aux savants par la pensée que les phénomènes électriques sont le résultat de la présence ou de l'absence d'un fluide unique ». C'est fort bien : tenons-nous à cette déclaration de l'auteur.

Au paragraphe 6... Une balle de sureau A a été électrisée par de la résine, une autre balle B par du verre. « Si les deux balles viennent à se toucher, elles prennent un état électrique qui est le même pour toutes les deux. Si la balle A possédait primitivement plus d'électricité que B, tout le système est électrisé de la même manière qu'il le serait par la résine frottée ; en tous cas, la quantité d'électricité qui se trouve dans les deux balles, après le contact, est égale à la différence des charges que les deux balles possédaient avant le contact. Le caractère qui distingue l'électricité due au verre frotté et celle due à la résine frottée est donc analogue à celui qui distingue en algèbre les quantités positives et négatives, et cette remarque justifie l'emploi des termes électricité positive ou négative, au lieu des expressions électricité vitrée ou résineuse. »

Nous voici en présence d'une électricité due au verre frotté, et d'une autre électricité due à la résine frottée, d'une électricité vitrée et d'une résineuse. Ne voilà-t-il pas deux fluides électriques contraires ? Pas nécessairement, on le sait, et la théorie du fluide unique rend parfaitement compte de ces phénomènes. On s'attend à ce que l'auteur le

dise, les quantités algébriques qu'il rappelle l'y invitent, et il n'en fait rien, ni au paragraphe 8, ni au paragraphe 9, ni en aucun autre ; et voici le lecteur hanté de l'idée des deux fluides, après avoir été prévenu que l'on y renonçait.

Au paragraphe 10, l'auteur définit le potentiel. « Le mot *potentiel* sera désormais substitué dans ce livre à l'expression générale et vague d'*état électrique*. Quand un corps chargé d'électricité *positive* est mis en communication avec la terre, une certaine quantité d'électricité passe *du corps* chargé à la terre ; de même, quand un corps chargé d'électricité *négative* est mis en communication avec la terre, une certaine quantité d'électricité passe *de la terre* au corps. » L'élève et le lecteur se demandent aussitôt pourquoi ? Pourquoi l'électricité négative ne se déverse-t-elle pas aussi du corps dans la terre ? et tous deux attendent la réponse. L'auteur poursuit : « En général, quand deux conducteurs, dans des états électriques différents, sont mis en contact, un flux d'électricité se produit de l'un à l'autre. L'électricité afflue toujours du corps dont le potentiel est le plus élevé vers celui dont le potentiel est le plus bas... Le potentiel de la terre est pris pour terme de comparaison... » Puis après vingt lignes : « Nous prenons pour point zéro l'état électrique de la terre... de la même manière que, pour mesurer les hauteurs, on prend pour origine des cotes un plan arbitraire... tout point au-dessus de ce plan a une cote positive ; tout point au-dessous a une cote négative. »

C'est tout ; c'est absolument tout ; en dehors des citations que je viens de faire, ni l'élève ni le lecteur ne découvriront l'ombre d'une réponse au pourquoi très légitime qu'ils ont demandé. Veuillez remarquer que la réponse est dans les citations mêmes, mais ce n'est point l'élève qui la découvrira, ni même le lecteur qui a déposé ses connaissances classiques pour se former à la nouvelle manière. Elle y est pourtant, je le répète. Les cotes de nivellement et les quantités algébriques la tiennent enfermée. On présume, en songeant aux premières, qu'un corps chargé d'électricité négative sera, comme une cote négative, à un niveau électrique plus bas que la terre, et l'écoulement se faisant vers le niveau le plus bas, on devine pourquoi c'est de la terre que partira le flux électrique pour descendre au corps chargé négativement. En songeant aux quantités algébriques positives et négatives, on prend l'idée d'avoir et de dette. La communication du corps électrisé avec la terre le dépouille de son avoir s'il est électrisé positivement, et comble son déficit s'il l'est négativement. Je n'examine pas si ce sens absolu donné aux quantités négatives est bien correct, ce n'en est pas le

lieu ; mais pourquoi l'auteur n'a-t-il pas dit ce que je viens de dire ? pourquoi arrêter l'esprit en bonne marche devant des hiatus qu'il est si facile de combler ? pourquoi l'obliger à ces haltes forcées ? C'est là tout le contraire de ce que j'appelle la méthode.

On se méprendrait sur ma pensée si l'on concluait de la critique que je viens de faire au peu de valeur du livre. Non pas : c'est, je le répète, un très savant, très complet et très utile ouvrage. Mais il ne saurait entrer dans les vues d'un professeur d'en faire le manuel de ses élèves. Au reste, ce reproche, je serais tenté de le généraliser beaucoup, en me rappelant la plupart des livres scientifiques qui nous viennent d'Allemagne et d'Angleterre. Tout y est, rien n'est passé sous silence, ni un fait, ni un instrument, ni une loi, ni une théorie, c'est une compilation de choses vraiment prodigieuse ; mais que cela est peu rangé ! et comme on a peine à s'y retrouver ! Passez de là à un chapitre de Lamé, à un traité ou à un mémoire de Verdet, c'est une vraie jouissance !

Le *Traité élémentaire d'électricité* de James Clerk Maxwell est moins étendu : Il comprend treize chapitres dans lesquels l'auteur n'a pas visé à renfermer toute la science électrique, mais à exposer simplement quelles en sont les bases et les principes. Voici d'ailleurs la distribution de l'ouvrage.

- Ch. 1. Électrisation. Force électromotrice. Potentiel.
  - Ch. 2. Charges des corps électrisés. Lois.
  - Ch. 3. Énergie et travail électrique.
  - Ch. 4. Champ électrique. Exploration du champ électrique.
  - Ch. 5. Loi des lignes d'induction de Faraday.
  - Ch. 6. Cas particuliers d'électrisation.
  - Ch. 7. Les images électriques.
  - Ch. 8. Capacité électrostatique.
  - Ch. 9. Le courant électrique.
  - Ch. 10. Passage d'un courant à travers un milieu hétérogène.
  - Ch. 11. Méthodes pour maintenir un courant électrique.
- C'est ce chapitre qui traite des machines électriques et des sources d'électricité.
- Ch. 12. Mesure des résistances électriques.
  - Ch. 13. Résistance électrique des corps : métaux, électrolytes, diélectriques.

Le plan de l'auteur saute aux yeux du premier coup, et il est aisé d'en découvrir l'enchaînement. S'il n'était pas aventureux de deviner comment un plan naît et se forme dans un esprit étranger, je me hasar-

devrais à croire que M. Maxwell, frappé de la similitude des phénomènes électriques et des phénomènes hydrodynamiques et hydrostatiques, a étudié ceux-là comme il aurait étudié ceux-ci. Les huit premiers chapitres, toute la première partie est consacrée aux liquides sous tension mais au repos : les cinq derniers, la seconde partie, aux liquides en mouvement. Mais je ne veux pas m'appesantir à développer ces analogies. Il m'a semblé plus intéressant de montrer la manière de l'auteur par quelques exemples : j'ai choisi ceux qui répondent aux extraits donnés plus haut de M. Fleeming Jenkin. « Donc, les corps électrisés de la même manière se repoussent et les corps électrisés de manière différente s'attirent. Si nous distinguons une de ces espèces d'électrisation en l'appelant *positive*, nous devons appeler l'autre *negative*. Nous n'avons aucune raison physique pour assigner le nom de *positive* à l'une de ces électrisations plutôt qu'à l'autre ; mais tous les savants appellent habituellement *positive* l'espèce d'électricité que les surfaces de verre poli manifestent, après avoir été frottées par un amalgame de zinc étendu sur du cuir. C'est une affaire de pure convention, mais c'est une convention utile, pourvu que nous nous rappelions qu'elle est arbitraire, comme celle d'après laquelle on considère, sur les figures de géométrie analytique, les distances horizontales comme positives ou négatives, suivant qu'elles sont portées à droite ou à gauche d'un point d'origine. » Voilà qui est clair, net, précis et rigoureux. L'esprit ne trouve rien qui l'arrête ni le trouble devant une définition ainsi posée, il poursuit sa marche sans secousse. Même la comparaison avec les mathématiques est parfaitement judicieuse ; ici pas de discussion possible : nous n'avons point devant nous une conception douteuse de la nature des quantités négatives en algèbre.

L'opinion de l'auteur sur les analogies physiques et sur leur emploi est marquée de ce cachet de précision, de clarté et de rigueur : il serait trop long de la reproduire ici, mais nous la signalons particulièrement au lecteur. Elle est indiquée déjà au paragraphe 10 du 1<sup>er</sup> chapitre : *Potentiel, pression, température* ; elle est longuement développée ensuite au § 64 du ch. 5 : *Sur l'emploi des analogies physiques*. Je me borne à en extraire ce passage : « En ce qui concerne l'autre analogie, celle du potentiel et de la pression d'un fluide, nous devons nous rappeler que le seul côté par lequel l'électricité ressemble à un fluide est sa propriété de s'écouler le long des conducteurs, comme un fluide dans un tuyau. Nous pouvons, à cette occasion, employer une fois pour toutes l'expression *fluide électrique*, afin de prévenir nos lecteurs contre son usage ; c'est là une de ces expressions qui, après

avoir été une fois employées, pour désigner un fait observé, ont été immédiatement adoptées par le public pour caractériser tout un système de connaissances imaginaires. Tant que nous ignorerons si l'électricité positive ou négative, ou si l'électricité même est une substance réelle, ou l'absence d'une substance, tant que nous ne saurons pas si la vitesse du courant électrique est de plusieurs millions de lieues par seconde ou d'un centième de pouce à l'heure, ou même si le courant électrique marche du positif au négatif, ou dans la direction opposée, nous devons éviter de parler d'un fluide électrique. »

Veut-on voir à l'instant l'avantage de cette précision et de cette rigueur. Le voici bien clairement. L'esprit de l'élève a saisi ce qu'il y a de conventionnel dans les dénominations électricité positive, électricité négative. Il a sous les yeux la droite indéfinie des géométries analytiques, avec son point d'origine à partir duquel les longueurs positives sont comptées dans un sens, les négatives dans l'autre. Arrive maintenant la définition du potentiel :

« On appelle *potentiel* en un point la force électromotrice de ce point vers un autre point choisi comme origine. » Toutes ces définitions s'emboîtent, elles glissent l'une dans l'autre à frottement doux, si l'on me permet de parler ainsi. Ceci apparaît bien mieux encore si l'on intercale, comme le fait l'auteur, la définition de la force électromotrice : On appelle *force électromotrice* tout ce qui produit ou tend à produire un transport d'électrisation. Ainsi, lorsque deux conducteurs électrisés sont réunis par un fil métallique et que l'électrisation est transportée le long de ce fil d'un corps à l'autre, la tendance à cette transmission, qui existait avant l'introduction du fil et qui détermine alors ce transfert, est appelée force électromotrice de l'un des corps vers l'autre. »

Ces citations suffiront pour montrer combien la méthode de M. James Clerk Maxwell l'emporte sur celle de M. Fleming Jenkin. On étudie le premier en le lisant ; on ne lit le second qu'en l'étudiant. Au point de vue de l'enseignement, le livre de M. Maxwell est vraiment un livre classique, en place dans les cours supérieurs d'université. Son auteur était avant tout mathématicien, et c'est probablement à l'habitude des raisonnements et des enchaînements d'idées mathématiques que l'on doit faire remonter la rigueur et la liaison logique qui se remarque dans son *Traité élémentaire*.

Ce *Traité élémentaire*, dans la pensée de l'auteur, n'était que le résumé et en quelque sorte l'introduction de son grand ouvrage sur l'électricité et le magnétisme. La traduction française de ce dernier

se publie en ce moment chez le même éditeur, M. Gauthier-Villars, et la Revue en parlera. Le premier fascicule (1885) a paru.

James Clerk Maxwell fut d'ailleurs l'un des savants anglais qui ont le plus contribué, dans notre siècle, au progrès et au développement des sciences électrique et magnétique. Très épris des idées de Faraday, il épousa sa conception des *lignes de force* ; il y ajouta la conception des *tubes de force* et par suite celle des *tubes unité*. Ce qui le conduisit à l'énoncé de plusieurs théorèmes très remarquables. Lignes de force et tubes de force surtout ont eu beaucoup de peine à s'acclimater en France, et n'y ont pas encore définitivement reçu droit de cité. Je le conçois, bien que leur utilité dans l'enseignement me paraisse indéniable. Considérons un petit corps électrisé positivement et partant d'un point déterminé, situé dans le voisinage d'une surface électrisée positivement aussi. Une force répulsive agit sur le corps et lui communique son mouvement. Il va s'écartant de la surface : au fur et à mesure qu'il s'en écarte l'intensité de la force diminue, jusqu'à ce qu'il rencontre une surface négative qui l'attirera et l'arrêtera sur elle. Je puis représenter ce phénomène de deux manières, — ou par une formule algébrique qui me donnera, pour chaque position du mobile, la direction et l'intensité de la résultante de toutes les forces qui agissent sur lui, — ou par la trajectoire même du mobile, trajectoire dont la direction, en un point quelconque, coïncidera avec celle de la résultante des forces agissant en ce point. Cette trajectoire est la ligne de force de Faraday. Elle ne représente que la direction de la résultante. Mais Faraday parvenait à représenter de même l'intensité ; il multipliait ces lignes de force, les rapprochait les unes des autres quand la force augmentait d'intensité, les écartait quand son intensité commençait à décroître.

Voici donc deux représentations possibles pour un même phénomène : une formule analytique ; une figure géométrique formée d'un système de lignes parfois très compliqué.

On voit aussitôt un incontestable avantage en faveur de la formule. Elle est générale et s'applique à tous les cas imaginables. Tandis que la figure est nécessairement particulière et ne s'applique qu'à un seul cas déterminé : le seul cas où les deux corps en présence auront les positions, les volumes, les masses, les charges fixés par l'auteur de la figure. Faites varier l'un quelconque des éléments ci-dessus, et tout le système des lignes de force prendra une configuration nouvelle.

Et néanmoins le secours de la figure est d'un très grand prix, je dirais volontiers qu'il est indispensable. La formule ne parle qu'à

l'esprit : la figure parle au sens et à l'imagination. Quand nous établissons un théorème de géométrie nous en établissons la formule : parfaitement ; mais quel est le professeur qui renoncera à tracer au tableau noir la figure correspondante. Elle est bien inférieure à la formule, cette figure : elle ne répond qu'à un des cas particuliers du théorème. C'est fort exact, mais dans l'imagination de l'élève elle fixe le théorème, elle devient là comme une figure flottante dont les côtés s'allongent ou se raccourcissent, se plient et se contournent pour s'appliquer à tous les cas auxquels s'applique la formule. Au tableau sans doute, c'est une figure particulière et concrète, mais l'imagination en la recevant lui donne je ne sais quelle élasticité qui la généralise.

Les lignes de force de Faraday, les tubes de force de Maxwell sont aux théorèmes d'électricité et de magnétisme ce que sont les figures aux théorèmes de géométrie.

Les lignes de force ont conduit M. Maxwell à imaginer une théorie mécanique de l'électricité et du magnétisme. Elle est exposée dans une notice de M. William Garnett sur les travaux de Maxwell, qui a été placée en guise d'introduction au *Traité élémentaire d'électricité*. J'en donnerai l'idée fondamentale en me contentant de renvoyer le lecteur désireux de l'approfondir soit à la notice de M. William Garnett soit aux mémoires de M. Maxwell sur cet objet.

Celui-ci imagine que le milieu propre aux phénomènes magnétiques est formé de petites sphères qu'il appelle cellules, enfilées comme des perles, sur les lignes de force. Quand une action magnétique se produit, ces cellules prennent un mouvement de rotation autour de la ligne de force, rotation dont la vitesse est corrélative de l'intensité de l'action magnétique. Ce mouvement de rotation produit dans les cellules un raccourcissement polaire, qui détermine une *tension* dans la direction de la ligne des forces, et un gonflement équatorial, qui détermine une pression dans une direction perpendiculaire à celle de la ligne des forces.

Ces tensions et ces pressions causent les mouvements d'approche ou d'écart des centres d'action magnétique. Il y a là une explication très ingénieuse et très complète de tous les phénomènes d'attraction et de répulsion que nous constatons par l'expérience. Il faut même reconnaître qu'elle est assez simple, car ces petits tourbillons magnétiques, les vortex, comme les a nommés M. Maxwell, ne diffèrent pas sensiblement, en complication du moins, des atomes étherés vibrants qui constituent pour nous le rayon de la lumière.

Mais M. Maxwell va plus loin : il poursuit son mécanisme pour lui faire

produire les phénomènes électriques. Il suppose qu'il existe, entre les vortex, un certain nombre de corps sphériques, extrêmement petits, qui roulent, sans glisser, en contact avec la surface des vortex. Ces corps jouent le même rôle que les galets de transmission des machines, qui communiquent le mouvement de la roue motrice à la roue menée, sans en modifier le sens. Le mouvement de ces petites particules sphériques constitue pour M. Maxwell l'électricité, et il est vraiment surprenant de voir comment il en déduit mécaniquement des phénomènes tels que ceux de l'induction, de l'action des courants sur les courants, la loi de Lenz, la décharge, etc. Mais ici je ne puis plus tenter même de résumer et je suis forcé de renvoyer à l'auteur. Toutes ces cellules tourbillonnantes, ces vortex et ces galets, tournant devant les yeux du lecteur, s'enchevêtreraient si bien que son esprit lui-même finirait par tourner.

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

## VII

LES FORCES DE L'INDUSTRIE, Progrès de la puissance humaine, par Louis Bourdeau, un vol. in-8°, 1884. Paris, Félix Alcan.

Malgré le marasme et la stagnation des affaires de toute nature, la librairie Félix Alcan, ci-devant Germer Baillièrre et C<sup>ie</sup>, ne chôme point. Après la *Philosophie zoologique* de M. Édouard Perrier, dont il a été rendu compte dans la précédente livraison, voici *La matière et la physique moderne* de M. Stallo. *Les organes de la parole* de M. de Meyer, *La physionomie et les sentiments* de M. Montegazza, et enfin *Les forces de l'industrie* de M. Louis Bourdeau, qui vont nous occuper tout d'abord.

Ce dernier ouvrage pourrait presque aussi bien s'appeler : *Histoire de la civilisation matérielle*. Nous disons *matérielle* et insistons sur ce mot, parce que, pour une foule d'esprits plus étendus que profonds, toute la civilisation se réduit au progrès industriel, et la science elle-même n'a pas, à leurs yeux, d'autre raison d'être et d'autre objet. Sans prétendre en aucune sorte que tel soit le fond de la pensée de l'auteur, nous devons dire que son livre, remarquablement bien composé d'ailleurs, tendrait, au moins pour les lecteurs superficiels, à une telle conclusion. Nous reviendrons sur ce point quand sera arrivé le

moment d'apprécier l'esprit dans lequel l'ouvrage a été écrit et les tendances philosophiques qui s'en dégagent. Auparavant, commençons par l'analyser.

Il va de soi que le mot *industrie* est pris ici dans son acception la plus étendue et s'applique à tout objet sur lequel s'exerce ou s'est exercé le génie *industriel* de l'homme, qu'il s'agisse de dompter les animaux sauvages, de faire du feu, de cultiver le sol, d'utiliser les métaux, d'asservir la vapeur ou de commander à l'élément subtil qui produit la foudre.

Envisagées à ce point de vue, les forces de l'industrie se réduisent toutes à deux groupes seulement, mais combien variés dans leurs modes et plus encore dans leur application ! Il y a les *forces motrices*, et il y a les *forces physiques*. Ce qui ne veut pas dire que les forces motrices ne soient pas physiques et que les forces dites physiques ne puissent être employées à produire le mouvement : mais les premières sont exclusivement propres à ce dernier emploi, tandis que les secondes ont, en outre, d'autres destinations.

On peut classer les forces motrices en quatre ordres : les forces humaines ; les forces animales : les moteurs existant dans la nature inanimée et que l'homme a toujours à sa disposition s'il sait en tirer parti ; enfin les moteurs artificiels qui n'existent qu'à l'état latent dans la nature et que l'homme doit en extraire avant de les utiliser. Tel est le sujet du premier et plus important des deux *livres* dont se compose le volume de M. Louis Bourdeau.

D'après l'opinion de l'auteur, opinion fort répandue d'ailleurs et fort à la mode aujourd'hui mais également fort contestée et fort contestable, l'homme a nécessairement commencé par l'état de sauvagerie le plus infime. Mais, doué du magnifique privilège de la raison, il a su se défendre d'abord contre les innombrables ennemis qui l'entouraient, bêtes féroces, intempéries, faim, soif, nudité, et ensuite se procurer ce qui était nécessaire à sa conservation, le tout, au début, avec les seules forces de son corps, les seules armes et outils de ses membres. C'est « avec cette part infime de puissance que n'avait pu lui refuser la nature, qu'il a su l'attaquer, la vaincre et la dominer. » Par là, en effet, il avait prise sur les choses, et devait arriver à se créer des auxiliaires. « Le bâton, dont quelques grands singes savent déjà se servir, fut sans doute la première arme usitée. » arme contondante qui, effilée en pointe et durcie au feu, fut le point de départ de l'épieu, de la pique et des autres armes propres à percer. Les pierres, brutes d'abord, puis éclatées et façonnées en pointes ou en tranchants, four-

nissent ensuite des armes nouvelles et plus efficaces. Au silex se substitua le bronze (l'auteur aurait pu ajouter le fer) « à une date immémoriale en Orient, mais beaucoup plus tardive en Europe ». Tout l'historique de la succession des armes tant défensives qu'offensives jusqu'à nos jours, moins les armes à feu dont il sera parlé plus à propos en traitant des moteurs artificiels, trouve sa place dans un premier chapitre, dont le second paragraphe est affecté aux outils.

Dès l'origine, en effet, l'homme dut chercher à se créer des instruments de travail. Les armes vinrent les premières pour poursuivre à la chasse la proie destinée à la nourriture, comme aussi pour se défendre contre les animaux féroces, hélas ! et contre l'homme lui-même. Car, s'il est doué de raison, l'homme n'en est pas moins sujet à des passions ; et, quand celles-ci entrent en lutte contre celle-là, combien rarement la première est tout d'abord victorieuse ! Mais les outils suivirent de bien près, pour aider à fabriquer les armes d'abord, puis pour façonner des peaux en vêtements, pour couper et tailler le bois, inciser la corne, gratter la surface du sol afin de la rendre plus productive, pour toutes les destinations enfin que nécessitaient les industries croissantes avec les besoins nés de la civilisation à ses premiers débuts. Outils de pierre, de corne, de bois durci d'abord, ensuite de bronze, puis de fer, plus tard d'acier, ou résultant de l'assemblage de divers matériaux jusqu'à la limite où l'outil perfectionné, étendu, compliqué devient l'industrielle *machine* qui peut accomplir, seule sous la direction d'un homme, le travail de plusieurs, et qui sera plus loin, le sujet d'un chapitre spécial.

A l'aide de l'arme et de l'outil, l'homme a décuplé, centuplé ses forces propres, appliquées soit à l'attaque ou à la défense, soit à l'entretien de son existence et à l'accroissement de son bien-être. Cependant, même augmentées de la sorte, elles sont insuffisantes. Or nombre d'animaux privés de raison et abandonnés à leurs instincts représentent des forces bien autrement considérables : il appartenait à l'homme d'appliquer son intelligence à s'approprier ces forces en les assouplissant et les dirigeant. De là un exposé de la domestication des animaux propres au service de l'homme, et de l'invention successive des divers instruments et appareils nécessaires pour appliquer les forces des bêtes de somme, de selle ou de trait aux diverses destinations qu'on leur demandait, depuis le bât, le mors, le joug ou le collier, la bride, la selle, l'étrier, etc., jusqu'à la roue destinée à faire mouvoir le char par la traction, « la roue, une conception supérieure à laquelle », dit avec sagesse notre auteur, « aucune race sauvage n'a pu s'élever. »

Si puissantes que soient, par rapport à celles de l'homme, les forces du bœuf, du cheval, du dromadaire, de l'âne même, un moment vint où elles se trouvèrent insuffisantes. Les besoins de l'humanité croissaient à mesure que, s'élevant sur les degrés de la civilisation, une part de plus en plus grande de son activité était donnée aux travaux de l'esprit et à la culture intellectuelle. Il fallait donc trouver, en dehors des forces animées et vivantes, autrement dit dans la nature inorganique, les forces qui manquaient. L'eau, cet élément mobile en immense majorité sur la surface du sphéroïde terrestre, représente, en tant que fleuves, mers et océans, un agent aussi étendu que d'une puissance en quelque sorte indéfinie. La navigation fut le premier mode d'emploi de cette force. Commencée à l'aide de troncs creusés en canots, de pièces de bois rassemblées en radeaux, et plus tard actionnée par les rames, dirigée par le gouvernail, la navigation a suivi des phases analogues à toutes les autres industries. De nos jours, les courants réguliers qui sillonnent les océans ont été étudiés et figurés sur les cartes et peuvent être ainsi utilisés.

On dut aussi trouver des artifices et des mécanismes pour amener l'eau nécessaire aux divers usages domestiques et agricoles : dérivations, canaux, prises d'eau, aqueducs. Chacun a présente à l'esprit la célèbre *vis d'Archimède*. Beaucoup plus tard fut imaginée la roue hydraulique, et le moulin à eau en fut la conséquence. Appliqué d'abord à la mouture du grain, il le fut aussi, par la suite, à tous les usages auxquels peut servir une force d'impulsion continue, depuis la *scierie* destinée à débiter les billes de bois en planches, jusqu'à la forge et à la tréfilerie mues par la savante *turbine* ou roue hydraulique horizontale.

Les appareils pour faire monter l'eau ont pris dans les temps modernes un grand développement avec les pompes foulantes et le bélier hydraulique, tandis que le génie de Pascal semait le germe de la *presse hydraulique* rendue pratique et usuelle par les perfectionnements de l'ingénieur anglais Bramah.

La nature inanimée nous fournit, en outre de l'eau, un moteur plus répandu encore, puisqu'il enveloppe notre planète et nous pénètre de toute part. Nous voulons parler de l'air atmosphérique qui, au moyen de la voilure, fut d'abord employé par les marins pour la propulsion de leurs navires, au lieu et place des rames. Les courants fixes qui, sous le nom de *vents alisés*, parcourent certaines régions déterminées de l'atmosphère comme d'autres celles de l'Océan, sont, depuis un temps relativement faible, utilisés par la navigation.

Bien longtemps après la navigation, naquirent les applications de l'air atmosphérique à l'industrie proprement dite. Là où manquaient les cours d'eau, il était naturel de chercher à faire fournir par l'air ce que l'eau absente ne pouvait donner : de là l'invention des moulins à vent. — La pression naturelle ou le poids de l'air a été utilisée par le *siphon* et par la pompe aspirante ; et la *machine pneumatique*, en permettant de raréfier ou de condenser, par aspiration ou refoulement, l'air dans un récipient hermétiquement clos, a donné lieu, sur des parcours de peu d'étendue, aux chemins de fer dits *atmosphériques*, et aux services de la *poste tubulaire* et des *horloges pneumatiques* de Paris. Enfin les ballons à gaz, perfectionnement des montgolfières, mettent à profit la pesanteur relative de l'air pour s'élever dans l'espace. Utilisables seulement au gré du caprice des courants aériens qui en ont jusqu'ici restreint singulièrement l'emploi, les ballons semblent toucher au seuil d'une phase nouvelle et singulièrement féconde en résultats, peut-être en perturbations dans notre ordre social, si l'art de les diriger au gré de la volonté arrive à s'établir sur une voie pratique.

Aériens ou hydrauliques, les moteurs qui viennent d'être passés en revue en dehors des forces humaines et animales, sont toujours des moteurs naturels. Il en va différemment de ceux qui, naturels dans leur principe, ne peuvent cependant être mis en action que par un travail préparatoire, un artifice inventé ou découvert par l'intelligence humaine. C'est toujours l'eau, ce sont toujours des fluides gazeux qui les fournissent, mais transformés ou produits par l'intervention de l'homme. Tels sont les moteurs artificiels : vapeur et gaz explosifs. Parmi ces derniers la poudre à tirer, dont l'usage ne se généralisa complètement pour les armes de guerre que dans le courant du xiv<sup>e</sup> siècle, a été fort longtemps le seul explosif connu. Nous ne suivrons pas l'auteur dans son curieux historique de la fabrication, des modifications et transformations successives des armes à feu, depuis le canon en bandes de fer cerclées du xiii<sup>e</sup> siècle et la coulevrine du xv<sup>e</sup> jusqu'aux Krupp contemporains, depuis l'arquebuse à rouet et le mousquet jusqu'au fusil Gras. Les fusées, grenades, mines, torpilles, mitrailleuses représentent les derniers progrès accomplis, sur cette voie, dans l'art de la destruction. La poudre à tirer, modifiée dans la proportion de ses éléments, charbon, soufre et salpêtre, devient la poudre à mine employée pour désagréger les roches. Depuis la fin du siècle dernier, de nombreux explosifs ont été découverts, incomparablement plus énergiques que la vieille poudre à canon. Le chlorate et le picrate de

potasse, le fulminate de mercure, le fulmicoton et la trop tristement célèbre dynamite, pour ne parler que des plus connus, laissent bien loin derrière eux, comme énergie et violence, tout ce qui les avait précédés.

Engin exclusivement pacifique, l'eau convertie en vapeur a, en outre, sur les explosifs, l'avantage immense d'être une force continue, maniable et pouvant, au gré de la volonté, accroître, atténuer, suspendre ses effets, se plier comme délicatesse, célérité ou puissance, aux fonctions les plus diverses. Historique de la découverte de l'action dynamique de la vapeur, des laborieuses recherches d'une longue suite de savants pour en trouver l'application pratique, des progrès rapides réalisés dans cette voie à partir de Watt. Effets de toute nature obtenus par les applications variées du principe de la machine à vapeur, principalement son adaptation à la navigation et à la locomotion par terre. Desiderata pour l'extension de cette force en quelque sorte illimitée aux grandes exploitations agricoles.

L'auteur ne pouvait terminer son Livre I<sup>er</sup>, sur les *Forces motrices*, sans consacrer un certain nombre de pages à l'histoire des *machines*, cette extension, ce développement de l'outil, véritables outils, en somme, mais outils monumentaux et complexes. Il le fait dans un ensemble de considérations générales sur ces engins ainsi que sur toutes les forces mouvantes. Il montre comment, bien loin de s'entre-nuire ou de s'exclure, ces forces se complètent, se desservent, s'entraident les unes les autres. La machine n'a pas supplanté l'outil : elle a au contraire nécessité l'emploi d'outils plus perfectionnés et plus nombreux. L'emploi de la bête de somme n'a pas supprimé l'action du bras de l'homme ; elle l'a rendue plus intelligente et moins servile. Les moteurs hydrauliques et aériens n'ont pas allégé la charge de la bête de somme ; ils en ont seulement changé parfois la direction. en même temps qu'ils en centuplaient l'exercice. Si les armes à feu ont supprimé ou à peu près les armes défensives et diminué l'importance de l'arme blanche, elles n'ont pas malheureusement rendu les guerres moins meurtrières ni proportionnellement moins nombreuses : car si, d'après la théorie, « les tendances de la civilisation aboutissent à faire un emploi décroissant des armes et un emploi croissant des instruments de travail » (p. 47), on ne voit guère, hélas ! que la première partie de cet aphorisme soit vérifiée par les faits. La vapeur, avec ses applications universelles, n'a pas cependant détrôné les moteurs naturels : ceux-ci sont des forces mises gratuitement à notre disposition par la nature, mais en même temps localisées ; partout où elles se

rencontrent, elles sont toujours avantageusement utilisables. Enfin la multiplicité des appareils mécaniques n'a pas diminué le nombre de ceux qui trouvent, dans un travail honorable, la subsistance de leurs familles et d'eux-mêmes ; elle en a seulement transformé les modes d'emploi.

Tant il est vrai que, dans le domaine où s'exerce l'intelligence, la raison de l'homme, son divin privilège, le champ des découvertes et des perfectionnements est illimité. L'humanité qui doit finir un jour, la science elle-même le reconnaît aujourd'hui, entendra indubitablement sonner sa dernière heure avant d'avoir atteint la limite du progrès : c'est en ce sens que l'on peut dire avec vérité qu'il est indéfini.

Le Livre second est consacré à ce que l'auteur appelle les *forces physiques*, c'est-à-dire la chaleur, la lumière et l'électricité. Ici le terrain devient un peu moins technique. Si la part y est aussi large aux faits historiques, elle l'est moins aux renseignements statistiques si nombreux, et si habilement groupés dans le livre 1<sup>er</sup>. Les considérations philosophiques, les théories de sociologie et les suppositions préhistoriques les remplacent. Sur l'état de l'humanité avant la découverte de la lumière artificielle et du feu, sur la manière dont elle a dû y parvenir et sur la fécondité inexprimable de ce premier pas dans la voie du progrès, il y a de curieuses pages, quelques-unes fort belles. Il s'y mêle beaucoup de conjectures hasardées, plusieurs niables. Un grand nombre d'assertions y sont d'autant plus tranchées qu'elles sont plus dénuées de preuves. Tout cela est relatif à l'état de l'humanité avant qu'elle ne sût faire du feu. « Il ne serait pas excessif de regarder cette grande découverte, » dit avec raison l'auteur (p. 262), « comme l'événement le plus mémorable de l'histoire humaine. » Puis il ajoute : « Mais aucune tradition ne peut nous renseigner sur l'époque et les circonstances où elle s'est accomplie, parce qu'elle est de beaucoup antérieure à toute tradition. » Fort bien. Mais alors sur quoi donc se fondent toutes les affirmations qui précèdent sur « la phase de l'animalité native et d'imbécillité bestiale de l'homme » (pp. 256 et 258) ; sur « les troupeaux humains qui, en vaguant à travers le monde, rencontrant par hasard du feu, le virent en brutes et le laissèrent se consumer sans pressentir l'importance du phénomène, » parce que, « tant que persista l'état de nature, aucun instinct n'en pouvait assigner l'usage, et l'art de le produire exigeait plus de raisonnement que les animaux n'en sauraient montrer » ? Comment savoir tant de choses sur un état antérieur à une découverte, elle-même

« de beaucoup antérieure à toute tradition » ? Comment, mieux encore, justifier ce récit : « Enfin lorsque l'intelligence, mieux éveillée, fut en état de s'étonner et de réfléchir, un trait de lumière traversa ces cerveaux obscurs, la révélation se fit, et le feu, d'abord curieusement observé, puis entretenu avec soin, fut acquis à la civilisation et devint son agent le plus précieux. » (p. 259). Comment l'intelligence s'éveilla-t-elle donc chez cet homme à l'état d'animalité native et d'imbécillité bestiale ? Qui provoqua ce réveil et comment ? Pourquoi l'animal-homme en fut-il favorisé seul, et pourquoi les autres animaux en furent-ils exclus ? D'où venait ce *trait de lumière* assez puissant pour traverser « ces cerveaux obscurs », comment et par qui la « révélation » se fit-elle ? « C'est par ce progrès, dont elle seule était capable, ajoute notre sagace écrivain, que la raison se manifesta pour la première fois dans le monde. » Rien de mieux. Mais cela ne nous apprend toujours pas comment la raison jusque-là endormie, autrement dit absente, s'éveilla, se montra tout à coup.

Cette partie faible d'un livre qui n'est pas sans mérite montre combien l'esprit de système et de parti préconçu peut égarer les meilleures natures. Il est un livre, un livre bien vieux, — et M. Bourdeau le connaît, car il en cite assez fréquemment des passages pris dans ses différentes parties ; — dès les premiers chapitres de ce livre, qu'on appelle la Bible, il est question de deux frères qui offraient à Dieu, en holocauste, les produits de leurs industries respectives, l'une pastorale, l'autre agricole. Ils faisaient donc du feu. Il est vrai que ces deux hommes étaient les fils du premier père de l'humanité, ce qui ne cadre pas avec la thèse de « l'animalité native » et de la « phase d'imbécillité bestiale ». Nous admettons que la Bible n'ait, aux yeux de l'auteur, qu'une valeur relative, ni plus ni moins que le Rig-Véda, le Zend-Avesta et autres livres sacrés de l'antiquité asiatique. Allant même plus loin, nous reconnaitrons sans difficulté que, la Bible n'étant à aucun égard destinée à l'enseignement *scientifique* de l'humanité, il est licite de ne pas en faire usage dans les recherches de cette nature. Il n'en reste pas moins que c'est une tradition et que, cette tradition étant, on ne peut pas poser que la possession du feu par l'homme est antérieure à toute tradition. L'auteur, à la vérité, ajoute, d'après le *Préhistorique* de M. de Mortillet, détail à noter, que « l'archéologie établit sur preuves l'extrême antiquité de la découverte du feu. Si haut qu'elle remonte dans le passé de notre race, à travers des phases qui se mesurent par centaines de mille ans » (pourquoi pas par centaines de milliards ? Quand on prend du ruban....!) « les plus vieux

témoignages de l'existence de l'homme attestent que, malgré l'effroyable sauvagerie, l'usage du feu n'était pas alors ignoré. » Ce qui revient à dire, qu'on le veuille ou non, que, au témoignage même des faits constatés par la science, l'humanité, aussi loin qu'on s'amuse à reculer son origine, a toujours été en possession du feu.

Quoi qu'il en soit, à partir de ce point, notre écrivain reprend ses lucides tableaux, ses exposés limpides, pour nous retracer l'histoire merveilleuse de l'art de faire du feu, à commencer par le fragment de bois sec et tendre frotté contre un bois dur, jusqu'à la merveilleuse allumette chimique de nos jours ; sur les divers combustibles, le bois d'abord qui a servi seul ou à peu près à cet usage jusqu'au siècle actuel, et qui est devenu « rare dans une nature dévastée partout où a passé la civilisation » ; le charbon minéral ensuite qui tend de plus en plus à remplacer le bois, celui-ci disparaissant « avec une inquiétante rapidité » (p. 275). Mais le charbon minéral s'épuisera à son tour. Il faudra alors trouver l'art de capter et de distribuer à gré la chaleur solaire, d'extraire économiquement l'hydrogène de l'eau, etc. Déjà la science arrive, par des procédés qui, à la vérité, ne sont pas encore d'un emploi facile et accessible au grand nombre, à produire de la chaleur à des températures assez extrêmes pour fondre les substances les plus réfractaires, volatiliser les plus fixes, dissocier les plus stables. « Ainsi l'homme est parvenu à disposer de températures excessives, auxquelles rien ne résiste dans la nature, et qui mettent dans ses mains un pouvoir égal à celui d'où résulte la création minérale aux âges cosmogoniques. » A quand la création, par nos savants, d'une nouvelle planète ?

L'art de faire de la lumière éclairante est une conséquence de la possession du feu, mais n'en découle pas nécessairement d'une manière immédiate ni même bien prochaine. Pas de dissentiment sur ce point. Historique de cette industrie, à commencer par la torche fumeuse de bois résineux, progrès déjà sur l'état de choses antérieur, et à finir, ou plutôt à *continuer* (car l'art de l'éclairage est fort loin d'avoir dit son dernier mot) par notre splendide illumination au gaz, et, plus splendide encore, par l'électricité. Chemin faisant, l'auteur ne laisse pas d'introduire, d'une manière inconsciente sans doute, quelque confusion entre la lumière matérielle, la seule dont il puisse être question dans un écrit de cette nature, et la lumière au sens métaphorique, c'est-à-dire la possession de la vérité. « Le nom même de Dieu, dit-il, que nos langues bégayent sans en comprendre le sens » (que l'honorable écrivain veuille bien parler pour lui !) « atteste, par-

mi les transformations des croyances qui l'ont tour à tour redit. *le culte primordial de la pure lumière* (?). Dans son acception originelle, il signifiait *lumineux*. » L'auteur, visiblement, tient pour le zoroastrisme, ce qui l'amène à formuler cette grosse erreur mille fois réfutée : « Les plus anciens objets du culte ont été ce ciel resplendissant de clartés, et les astres qui le parcourent en nous dispensant la lumière, présent divin. » (p. 300).

Nous n'insisterons pas, car il faut savoir se borner, sur le très attachant exposé historique et statistique qui suit ces passages peu heureux, sur les procédés successifs d'éclairage et leur emploi aux différents âges de l'humanité. Le chapitre qui a pour objet les récentes et merveilleuses découvertes relatives à l'électricité et à ses applications sans nombre, plus merveilleuses encore, n'offre pas moins d'intérêt. Chacun a, présentes à l'esprit, ces applications les plus récentes ; elles sont d'hier.

Nous voudrions, avant de terminer, dire quelques mots des tendances et du genre d'esprit qui se dégage de ce livre. On les pressent bien, au reste, après la lecture des pages qui précèdent. Il ne sera pas inutile toutefois de préciser quelque peu. L'auteur est évidemment sous l'empire du préjugé, très peu scientifique mais fort à la mode, qui assimile l'homme primitif à un singe anthropoïde. D'autre part, la manière dont ses citations de la Bible sont mêlées avec celles des écrits réputés sacrés du paganisme montre, par le contexte, qu'il ne fait aucune différence entre le livre inspiré et les autres. La phase animale (p. 44), l'antique sauvagerie (p. 27), les animaux naguère sauvages comme l'homme (p. 107), etc., reviennent sans cesse sous sa plume. D'autres fois, les besoins de l'analogie lui font interpréter certains objets liturgiques dans un sens absolument contraire à leur signification : il assimile la crosse des évêques, cette houlette pastorale, à un bâton symbole d'une arme, et il donne à la verge d'Aaron, qu'il appelle la verge de Moïse, la même signification.

D'autre part, on trouve aussi dans cet ouvrage de fortes et nobles pensées. Elles montrent que l'auteur serait digne de s'élever au-dessus de préjugés de secte qui répugnent à la nature de son talent. « Notre prééminence est dans la raison qui a su fabriquer les outils, tandis que l'instinct n'en a pas le pouvoir (p. 45). » Cette vérité trouve plus loin son complément (p. 73) dans cet aveu, que du reste la puissance de l'homme est bornée. Il remarque excellemment ailleurs (p. 94), après avoir exposé l'invention antique de la roue, que cet engin « est

une conception supérieure à laquelle aucune race sauvage n'a pu s'élever », ne s'apercevant pas qu'il renverse par là même toute la théorie de la sauvagerie initiale de l'humanité. D'autres fois, l'élévation des sentiments de l'auteur se fait jour à côté de celle des pensées : c'est ainsi que, faisant connaître le nombre des marins sauvés d'une mort certaine au moyen des fusées de sauvetage, nombre trop petit assurément en comparaison des morts d'homme causées par la poudre qui dirige ces fusées, il s'écrie : « Pourtant des faits de ce genre consolent la raison, en montrant que les forces les plus funestes peuvent devenir bienfaisantes, quand elles passent des mains de la haine dans celles de la charité. »

Mais la note dominante est l'enthousiasme raisonné de l'auteur pour la civilisation contemporaine, enthousiasme qui s'explique et se justifie même en une certaine mesure, mais non dans le sens absolu et sans réserve où il l'entend. La perfection de l'outillage industriel, l'asservissement de plus en plus grand des forces matérielles de la nature à la volonté et à la satisfaction des besoins de l'homme, le développement progressif des sciences physiques et naturelles, sont indubitablement une part importante de la civilisation : ils ne sont pas toute la civilisation. Or, si rempli est l'écrivain de son sujet, si absorbé par l'observation exclusive de cette face de la question, qu'il semble oublier cette vérité pourtant presque élémentaire. Cependant le caractère naturellement droit de son jugement le porte parfois à des réflexions où la vérité reparait comme à son insu. Ainsi, comparant la brillante illumination de nos salles de spectacle d'aujourd'hui avec les chandelles fumeuses qui ne répandaient que des lueurs incertaines sur la scène des *xvii<sup>e</sup>* et *xviii<sup>e</sup>* siècles, il ajoute cette sage observation : « Il ne faut pas cependant trop plaindre nos pères. Cet éclairage insuffisant avait ses compensations. Il obligeait les auteurs à s'adresser à l'esprit plutôt qu'à la vue, et jamais le jour douteux de la rampe ne vit éclore autant de chefs-d'œuvre. De notre temps, la substitution du gaz aux chandelles a mis en lumière, dans un affligeant contraste, le déclin de l'art et le progrès de l'industrie. Nos scènes sont éblouissantes de clarté, mais le décorateur et le costumier ont pris le pas sur le poète et l'accessoire prévaut sur le principal. »

Oui, et ce n'est pas seulement au théâtre que l'accessoire prévaut sur le principal. Quand l'art est en décadence, quand l'idéal est dédaigné, quand à la grande littérature sont préférées les laideurs d'un grossier réalisme, l'industrie peut marcher à pas de géants dans la voie des perfectionnements et des découvertes ; et cependant il n'est

pas exact de dire, absolument parlant, que la civilisation est en progrès. Car la civilisation, ce n'est pas seulement le confortable et l'utile ; c'est aussi le nécessaire et l'idéal.

Quels que puissent être les mérites du livre que nous venons d'analyser et d'apprécier, il ne nous est pas permis, en conscience, de clore cette étude sans protester contre un passage, qui ne peut d'ailleurs que le déparer et l'amoindrir. On doit regretter amèrement à ce point de vue que le parti pris des idées préconçues puisse troubler un jugement naturellement droit, que l'enivrement de quelque science et de quelques progrès matériels puisse égarer un esprit élevé, au point de le faire descendre, vers la fin de son livre, à des impertinences comme celle que nous citons ici :

« Virgile condamne aux supplices du Tartare l'impie Salmonée, coupable d'avoir osé contrefaire les feux de Jupiter et voulu imiter *non imitabile fulmen*. De même, Jéhovah, dans son apostrophe à Job, dit au malheureux qui personnifie la faiblesse et la misère de notre race : Enverras-tu la foudre aux extrémités de la terre ? Lui diras-tu : — Va et reviens ; et te répondra-t-elle : Me voici ! — Job se tait, accablé du sentiment de son impuissance. Maintenant, le moindre employé du télégraphe se chargerait de faire une réponse péremptoire et réfuterait d'un geste l'argument divin. Par l'action qu'il exerce sur la nature, l'homme de nos jours est devenu l'égal des dieux d'autrefois. »

Nous ne voulons pas relever ce qu'il y a de puéril et de faux dans ce rapprochement entre la prosopopée biblique et le « geste d'un employé du télégraphe », comme si la pacifique transmission d'une dépêche pouvait se comparer sérieusement aux éclats et aux destructions puissantes de la foudre. Mais nous ne saurions nous dispenser de flétrir cette assimilation niaise et odieuse de Jéhovah, le Dieu vivant, le vrai Dieu, avec les dieux du paganisme. Il n'est pas permis, sous prétexte de science et d'industrie, d'insulter ainsi la raison et la foi de l'humanité.

## VIII

D<sup>r</sup> HERMANN BRUNNHOFER, *Ueber den Ursitz der Indogermanen*, pp. 28. — Basel, 1884.

VON LÖHER, *Alter, Herkunft und Verwandtschaft der Germanen*. — Extrait des SITZUNGSBERICHTE DER PHILOS.-PHILOLOG. UND HISTOR. CLASSE DER K. B. AKADEMIE DER WISSENSCH. ZU MÜNCHEN; 1883, heft IV, pp. 593-633.

Depuis que nous avons analysé ici l'ouvrage de M. Penka sur les origines aryennes (1), la littérature de cet important sujet s'est enrichie de deux dissertations nouvelles dont le titre vient d'être transcrit. Pour tenir nos lecteurs au courant des études qui cherchent à fixer avec certitude la question toujours controversée du berceau des Aryas, nous croyons utile de résumer très brièvement les systèmes récemment proposés par MM. Brünnhöfer et von Löher.

La première brochure reprend avec des arguments nouveaux une thèse déjà ancienne. Son auteur a résisté à l'entraînement général avec lequel l'Allemagne a accueilli les vues de MM. Schrader et Penka sur la provenance européenne de la race aryaque. Appartenant à l'école plus rigoureusement scientifique dont le D<sup>r</sup> von Roth est le maître (2) et le D<sup>r</sup> Orterer de Munich un disciple distingué (3), le D<sup>r</sup> Brünnhöfer croit les Aryas émigrés d'Asie en Europe; mais il se sépare de l'hypothèse communément reçue de leur origine bactérienne. A son avis, le séjour primitif des Aryas ne serait pas différent du séjour de toute l'humanité postdiluvienne, c'est-à-dire l'Arménie; en ce sens que nos ancêtres auraient non seulement occupé les régions arméniennes au temps des premières familles issues du couple sauvé des eaux, mais en ce sens que le rameau aryen, déjà distinct des autres branches de l'humanité, aurait eu en Arménie son plein développement. En un mot, les divers peuples aryens auraient essaimé de l'Arménie pour se répandre de là sur le reste de l'Asie et presque toute l'Europe.

(1) *Rev. des quest. scient.*, t. XV, p. 605.

(2) Le D<sup>r</sup> von Roth a récemment protesté contre les nouvelles doctrines sur l'origine européenne des Aryas. Voir *Zeitschrift der deutsche morgenländ. Gesellsch.*, t. XXXVIII, p. 138.

(3) Voir son compte rendu de l'ouvrage du D<sup>r</sup> Schrader, *Literarische Rundschau*, n<sup>o</sup> 9, 1884, pp. 267 et suiv.

Comme nous le disions, cette opinion a eu déjà autrefois un certain nombre d'adhérents. Anquetil-Duperron, le premier traducteur français de l'Avesta, Kleuker, Herder et Heeren, plus récemment MM. Oscar Peschel et Frédéric Müller assignaient les plateaux élevés de l'Arménie et de la Géorgie pour berceau aux Aryas. Outre un passage de l'Avesta, ces auteurs apportaient à l'appui de leur thèse des considérations ethnographiques, la pureté des traits dans les races géorgiennes et caucasiques, les idiomes des anciens peuples de ces contrées, les souvenirs mythiques des Hellènes, qui plaçaient dans le Caucase les premiers civilisateurs de leurs ancêtres, Japetos et Prométhée (1).

M. Brünnhofer abandonne ces preuves surannées. Toute sa théorie repose sur le principe qui a été surtout mis en œuvre par M. Guillaume Arnold dans d'ingénieuses recherches sur l'ethnographie de la Hesse.

D'après ce principe, une importance prépondérante doit être accordée à l'étude étymologique des dénominations géographiques. Et pourquoi ? Parce que les émigrants laissent partout comme traces non équivoques de leur passage des noms identiques de lieux, de fleuves, de montagnes. Que de fois une topographie primitive emportée comme souvenir de la patrie a été renouvelée aux pays où les nouveaux foyers avaient été transportés ! N'est-ce pas ainsi que, dans le nouveau monde, la nomenclature géographique s'est remplie de toutes les dénominations de l'ancienne Europe, sans qu'on ait toujours pris la précaution de les faire précéder du correctif *nouveau* ou de quelque autre semblable ? Pour ne citer que des noms qui tombent immédiatement sous la plume, on trouve le Maine en France et aux États-Unis ; Rochester est une ville d'Angleterre et d'Amérique ; il y a Carthagène en Espagne et dans la Colombie.

Le Dr Brünnhofer borne son argumentation à deux noms de cours d'eau qu'on retrouve, et souvent réunis, sur toute l'étendue du domaine indo-européen. Ces deux termes sont *Kur* et *Araxes*. Or, d'après lui, ces noms furent attribués d'abord à deux fleuves arméniens. N'en faut-il pas conclure que les migrations aryennes sont sorties de l'Arménie ?

Développons rapidement la première partie de ce raisonnement. D'après Ammien Marcellin, l'*Iaxarte*, le grand fleuve du Turkestan, se nomme aussi *Araxes* et *Kur* : il est resté de cette dernière dénomination un vestige très accusé dans le nom de la ville de *Kyreschata*

(1) Voir notre travail, *Le Berceau des Aryas*, p. 15.

ou *Kyropolis*, traduction grecque du zend *Kurukshatra*, *Kurukshatha*. Le Rig-Véda mentionne la rivière *Rasá*. Or, pour M. Brünhofer, *Rasá*, c'est la *Rânhâ* du Vendidad et l'équivalent de l'arménien *Erashk* ou *Araxes*. Dans le sud de l'Éran, l'ancienne géographie connaît deux fleuves nommés *Araxes*, le *Bendemir*, qui traverse le Farsistan actuel et qui s'appelait également, au témoignage de Strabon, *Kyros*, *Koros*; puis encore le *Chaboras* de Mésopotamie. Sur la côte méridionale du Pont-Euxin, on trouve le *Thermodon* nommé *Araxes* par Apollonius de Rhodes. En Macédoine coule le *Peneius* que Strabon qualifie d'*Araxes*: ce cours d'eau a un affluent dont le nom revêt les formes variées de *Kuralios*, *Koralios*, *Kuarios*. M. Brünhofer insiste sur l'identité de cette dernière forme avec le géorgien *Mt-kwari*. Du versant montagneux qui s'abaisse d'Achaïe en Élide, descendait dans ce dernier pays une rivière *Araxos*. Étienne de Byzance met au nombre des villes de Lycie la cité d'*Araxa*. S'il faut en croire un ancien écrivain, Agathemeros, dont le témoignage est confirmé par l'autorité de Forbiger, le Volga a porté les noms d'*Araxes*, *Rhâ*, *Rhôs*: il en est de même du Don d'après Scymnus de Chio, et nous savons aussi qu'à son embouchure le bras principal du Danube s'appelait *Arakos*. Enfin Eschyle, dans sa tragédie de Prométhée, parle du fleuve Kùban au Palus-Méotide: il le nomme *Araxes*. Puis, détail soigneusement relevé par le D<sup>r</sup> Brünhofer, le Kuban se jette dans le lac *Koro-Kondama*. Ici encore, nous trouvons réunis l'*Araxes* et le Kur. Étienne de Byzance fait mention du peuple illyrien des *Araxai*, *Araxoi*.

Ces faits paraissent suffisants à M. Brünhofer pour établir la grande importance des deux noms *Araxes* et *Kur* dans le vocabulaire géographique des Aryas primitifs. Il en conclut aussi que, puisque ces deux fleuves se trouvent réunis seulement en Arménie, où ils tracent les limites d'une contrée sacrée, l'Arménie doit être regardée comme le berceau des Aryas.

Nous sommes moins convaincu que l'auteur de la force de ses arguments: le principe même nous paraît discutable et les faits invoqués ne comportent pas nécessairement l'interprétation qu'on en donne. En effet, si l'on peut dans la science des origines tenir compte jusqu'à un certain point du principe de l'importance des termes géographiques, il faut pourtant, suivant le sage conseil de M. Bréal, le manier avec grande réserve. Rappelons à cet égard l'exemple de prudence scientifique donné un jour par Adolphe Pietet, le fondateur de la paléontologie linguistique. Il renonça dans la seconde édition des *Aryas pri-*

*mitifs* à la dissertation ingénieuse, mais trop hypothétique, insérée dans la première édition, sur l'identité des noms de fleuves dans une grande partie du territoire indo-européen. Ne paraîtra-t-il pas hardi de bâtir sur une base dont la solidité est si peu éprouvée ? C'est une première objection que soulève le système de M. Brünnhöfer.

Les faits qui en constituent le développement témoignent de recherches consciencieuses, et nous sommes en présence d'une intéressante monographie sur l'emploi des noms d'*Araxes* et de *Kur* dans la géographie ancienne. Mais ici de nouveau, nous ne saurions accepter sans discussion toutes les déductions de l'auteur. D'abord, il s'en faut de beaucoup que le terme de *Kur* soit aussi répandu que celui d'*Araxes*. En regard d'une douzaine de cas cités pour l'emploi d'*Araxes*, on en produit seulement quatre pour celui de *Kur* ; encore le lac *Kuro-Kondama* semble-t-il peu convaincant et pourrait-il n'avoir rien à faire avec le nom du fleuve arménien. S'il est vrai que la *Râsa* védique correspond au bactrien *Ranhâ*, il n'est pas établi à l'évidence que la *Ranhâ* désigne l'Iaxarte et par suite correspond à l'*Araxes*.

Il y a donc à rabattre de l'affirmation du D<sup>r</sup> Brünnhöfer quant à la réunion constante des deux termes *Kur* et *Araxes*. Mais nous allons plus loin et nous n'hésitons pas à dire que, le principe fondamental fût-il inattaquable, tous les faits eussent-ils la haute interprétation que leur donne l'auteur, il ne s'ensuivrait pas encore la nécessité de placer le berceau des Aryas en Arménie. Il resterait à démontrer que les fleuves d'Arménie furent les premiers désignés sous le nom de *Kur* et d'*Araxes*. Cette démonstration n'est pas fournie. Après l'argumentation du D<sup>r</sup> Brünnhöfer, nous demeurons en droit de considérer l'Iaxarte de Bactriane, qui portait les deux noms de *Kur* et d'*Araxes*, comme le prototype de ces deux termes, et par suite la Bactriane comme le séjour primordial des Aryas.

Ainsi donc, malgré l'érudition qui distingue le travail de M. Brünnhöfer et à laquelle nous nous plaisons à rendre hommage, nous ne saurions adhérer à ses conclusions : elles pèchent par la base, l'importance des faits est exagérée et ils sont susceptibles d'une explication différente de celle qu'en propose l'auteur.

Mais si l'Arménie fut, comme le pense M. Brünnhöfer, le berceau des Aryas, il n'est pas impossible d'en retrouver une trace, pour défigurée et vague qu'on la suppose, dans les récits les plus anciens, les légendes et les traditions de la race. La recherche de ces vestiges constitue le second argument du D<sup>r</sup> Brünnhöfer. Abordons-en l'examen

sans plus tarder. Les Hindous, les Persans, les Grecs et les Germains auraient, à ce qu'on affirme, gardé le souvenir très net du séjour de leurs ancêtres en Arménie.

Pour les Hindous, il y a quatre faits signalés. Le premier, c'est l'identification de *Dribhika*, qui se lit au Rig-Véda (II, 14, 3), avec le peuple des Derbikes. Déjà MM. Ludwig, le savant védisant, et W. Geiger, l'auteur des recherches sur la civilisation de l'Éran oriental, avaient admis cette interprétation. Or, d'après Strabon et Étienne de Byzance, les Derbikes habitaient la région comprise entre le Khorassan et la mer Caspienne. Détail curieux, Ctésias affirme que les Derbikes étaient voisins des Hindous. Or comme les Derbikes ne quittèrent jamais les rives de la Caspienne, M. Brünnhöfer s'appuie sur le témoignage de Ctésias pour en déduire le voisinage primitif des Derbikes et des Hindous en Arménie. Enfin Tacite nomme un fleuve d'Hyrcanie, le *Sindes*, qui séparait les *Dahi*, Δάσαι, Δάαι, des *Arii*. Ce nom de *Sindes* serait le prototype du *Sind* ou Indus, et les *Dahi* sont les *Dasyus*, les éternels ennemis de leur race, que les Aryas retrouveront du reste sur les bords du Gange.

Encore une fois, ces rapprochements sont ingénieux ; mais on peut douter qu'ils aient toute la portée que leur attribue le Dr Brünnhöfer. Étant admise l'identification du *Dribhika* védique avec le peuple des Derbikes, les rapports préhistoriques des Hindous avec ce peuple s'expliquent avec une égale facilité, si l'on place, comme nous le faisons, le berceau des Aryas sur les rives de l'Oxus et de l'Iaxarte. Le témoignage du romancier Ctésias doit inspirer peu de confiance, d'autant plus que le détail donné par lui fait partie d'un récit légendaire dont l'ensemble est sujet à caution. Enfin, on sait que l'emploi du nom de *Dahi*, Δάσαι, Δάαι, n'est pas particulier aux Hindous : les Éraniens et les Scythes le connaissent également. Autant faut-il en dire du mot *Arii*. Quant au *Sindes*, que Tacite signale en Hyrcanie, ce terme peut dériver de la racine indo-européenne *ind*, *sind*, sans que pour cela l'identité du nom de ce cours d'eau avec l'Indus entraîne la conclusion d'un séjour primitif des Hindous en Hyrcanie. Du reste, cette dernière conclusion ne sert pas les vues de M. Brünnhöfer : l'Hyrcanie, l'ancienne *Velrkana* du Vendîdâd, rentre dans le domaine bactrien des anciens Aryas.

Quant aux Éraniens, l'auteur montre leurs souvenirs primitifs convergeant non pas vers la Bactriane, mais vers l'Arménie. MM. Spiegel et de Harlez auraient prouvé que l'*Airyâna Vaedja*, « le berceau des Aryas », n'est autre que le pays d'Arrân en Arménie. Nous souscri-

vons très volontiers avec M. Brünhofer à l'opinion de ces savants éranistes, mais l'*Airyâna Vaedja* du Vendidad désigne-t-il le séjour primordial de toute la race indo-européenne ? Voilà ce qu'il faudrait établir pour que l'argumentation fût concluante. Or, il est permis de douter de ce sens donné à l'*Airyâna Vaedja*; car M. de Harlez, que M. Brünhofer cite en sa faveur, a bien des fois protesté contre l'erreur des ethnographes qui voulaient tirer des traditions mazdéennes une preuve au sujet de l'*Airyâna Vaedja*. « Dans l'Avesta, dit M. de Harlez, tout est éranien ou éranisé : tout y est même approprié au zoroastrisme, c'est-à-dire au dualisme mazdéen. On pourrait y découvrir peut-être l'indication de l'Éran primitif; mais on y chercherait en vain celle de la patrie des premiers Aryas asiatiques, bien plus vainement encore celle des Aryas primitifs (1) ». Si M. de Harlez revendique pour la Médie et les régions occidentales l'honneur d'avoir vu se constituer le zoroastrisme, il n'étend nullement cette prétention des régions de l'Asie antérieure à la première patrie des Aryas.

Ce que M. Brünhofer rapporte des légendes helléniques ne paraît guère plus convaincant que les souvenirs de l'Arménie chez les Hindous et les Persans. L'auteur voit dans l'expédition des Argonautes en Colchide une preuve de l'ancienne occupation de l'Arménie par les Grecs. Une interprétation analogue est donnée au récit de Strabon d'après lequel le héros Armenos partit avec Jason de la ville d'Armenion en Thessalie. Enfin Diodore de Sicile rapporte la légende suivante où M. Brünhofer retrouve, tracées avec la fidélité de l'histoire, les plus anciennes migrations des Aryas primitifs. Les Scythes habitaient d'abord en petit nombre près du fleuve Araxes. Des conquêtes successives dispersèrent leurs tribus d'une part jusqu'en Thrace et sur les rives du Don, de l'autre en Égypte : l'empire des Scythes s'étendait donc depuis le Palus-Méotide jusqu'à l'océan Indien. Du même rameau sortirent plus tard les Saees, les Massagètes et les Arimaspes qui fondèrent deux grandes colonies. L'une partit d'Assyrie et de l'Arménie méridionale pour arriver sur les rivages du Pont-Euxin ; l'autre sortit de Médie et s'établit près du Don, où elle devint le peuple des Sarmates.

Voilà le récit de Diodore qui constitue pour M. Brünhofer le premier chapitre de l'histoire des origines indo-européennes. Nous y trouvons le point de départ de ces origines, c'est l'Arménie ; puis les migrations aryennes sont nettement indiquées : il y a deux essaims

(1) *Les Aryas et leur première patrie*, p. 28.

principaux, l'un, celui des Grecs, des Italiotes et des Celtes, qui s'échappe par les côtes méridionales du Pont ; l'autre, celui des Lithuano-Slaves et des Germains, qui aboutit au bassin du Danube.

Nous voulons bien, avec le D<sup>r</sup> Brünhofer, accorder certaine valeur au témoignage de Diodore et admettre, comme lui, que nous sommes en présence d'un document important pour l'histoire des migrations aryennes ; mais il reste douteux que ce document porte sur l'époque primitive de cette histoire. Une station des Aryas en Arménie, surtout des Celtes, des Italiotes et des Grecs, après leur départ de Bactriane, peut sans doute être admise, mais elle ne suppose aucunement que l'Arménie fut le berceau primitif des peuples aryasques.

Le même vice de raisonnement entache les déductions tirées des légendes germaniques. Dans le nom du héros *Armenos*, *Armenio*, *Ermenius*, que le chroniqueur Nennius met à la tête des Anglo-Saxons à leur invasion en Bretagne, il n'y a, selon nous, aucune allusion à l'Arménie ; pas plus que dans le nom d'*Arminius*, le libérateur de la Germanie. Nous avons fait voir ailleurs que ces dénominations doivent recevoir une autre interprétation : elles se rattachent au mot *Arya* (1). Enfin, le texte de Pline, relatif à la parenté des Sarmates et des Mèdes, outre qu'il mérite peu de créance, ne sert pas la thèse de l'origine arménienne des Aryas.

Il nous reste à examiner le dernier argument de M. Brünhofer. Chose étrange, il a été produit déjà en faveur de la Bactriane et de l'Europe : voici qu'il doit servir encore à démontrer les droits de l'Arménie. Les conditions climatologiques, la flore et la faune, révélées par la paléontologie linguistique, trouvent seulement en Arménie leur complète réalisation. M. Maurice Wagner n'a-t-il pas affirmé, après un voyage en Arménie, que la flore germanique et la flore arménienne se ressemblent « comme un œuf à un autre » ? Nous avons déjà réfuté cet argument dans nos précédents comptes rendus, et nous y reviendrons encore tout à l'heure.

En ce qui concerne la faune, M. Brünhofer insiste surtout sur le rapprochement du sanscrit *sinha* « lion » et *vyâghra* « tigre » avec l'arménien *inj*, *inc* et *wagr*. Quelle conclusion peut-on tirer de l'identification de ces différents termes ? Les Arméniens ont emprunté le mot qui désigne le tigre aux Aryo-Hindous. Or cet emprunt n'a pu se faire quand les Hindous campaient déjà dans les plaines du Pendjâb. En effet, le terme *vyâghra*, s'il eût dû traverser la Perse, où l'on

(1) *Le Nom primitif des Aryas*, p. 33.

trouve le mot *babir*, ne se serait pas gardé aussi intact que dans la forme arménienne *wagr*. Donc l'emprunt a eu lieu à l'époque précédant la dispersion des Aryas. Voilà la conclusion logique des faits que nous avons signalés. Mais M. Brünnhöfer dépasse les prémisses, quand il voit dans le rapprochement *vyâghra* = *wagr* le résultat d'une cohabitation préhistorique des Aryo-Hindous et des ancêtres des Arméniens en Arménie.

Ce que nous retiendrons surtout des arguments du D<sup>r</sup> Brünnhöfer, c'est le contact constaté des Aryas et des Sémites, contact qui prouve avec grande probabilité l'origine asiatique des Indo-Européens. Ce contact a laissé son empreinte vive et profonde sur toute la race aryenne et non pas seulement sur les Finnois, dont l'influence est très exagérée par les partisans de la provenance européenne des Aryas.

Nous avons dû infirmer presque partout la valeur des preuves du D<sup>r</sup> Brünnhöfer. Cependant nous nous plaisons à rendre un nouvel hommage à l'érudition dont son travail porte l'irrécusable empreinte. Cette savante monographie est un rude coup porté à la thèse des Aryas européens. A l'heure où la plupart des ethnographies d'Allemagne et d'Angleterre adhèrent aux idées nouvelles, il faut presque du courage pour réagir contre un engouement universel (1).

M. von Löher est un tenant convaincu de l'indigénité des Aryas en Europe : le mémoire qu'il a lu à l'Académie de Munich dérive tout entier des travaux de MM. Schrader et Penka. Il y a cependant des vues nouvelles que nous relèverons plus particulièrement. Avant tout nous protestons contre l'erreur de M. von Löher, quand il prétend que le respect outré pour la Bible et « un mythe hébreu » a conquis à la théorie de l'origine asiatique des Aryas sa principale popularité. A cette erreur, doublée d'une injure gratuite, nous répondrons que le problème du berceau des Aryas est toujours resté en dehors de l'Écriture, dont l'ethnographie a une classification bien différente. Et puis le « mythe hébreu », c'est-à-dire les récits de la Bible, a une valeur historique très supérieure à celle accordée par M. von Löher aux *Sagas* germaniques.

A notre avis, il est peu exact aussi d'attribuer au progrès des études linguistiques la nouvelle hypothèse des Aryas européens. Elle

(1) Voir encore dans la *BRITISH QUARTERLY REVIEW*, octobre 1884, l'article de M. John Gibb, *The original Home of the Aryans*.

est plus justement attribuée par le Dr Brünnhöfer au développement de l'archéologie et de l'anthropologie préhistoriques.

Les arguments produits par M. von Löher en faveur de sa thèse sont en grande partie identiques à ceux que nous avons déjà réfutés chez MM. Schrader et Penka (1). On peut les ramener à trois chefs principaux : conditions physiques du berceau des Aryas, faits historiques et linguistiques, preuves anthropologiques.

Dans la première classe, il est surtout question de la flore des Aryas primitifs, qu'on affirme identique à celle de l'Europe centrale. Les conditions orographiques et agricoles révélées par le vocabulaire aryaque ne sont satisfaites qu'en Europe. Enfin le calendrier des vieux Aryas et leur division des saisons ne cadrent pas avec l'hypothèse qui place leur berceau en Asie.

Une seconde catégorie d'arguments fait valoir le contact des Aryas avec les Finnois, le groupement des peuples sur la côte d'Europe. Puis, on montre que toutes les migrations ethniques se sont faites, non pas d'Orient en Occident, mais d'Europe en Asie. En Égypte l'inscription de Karnak fournit un premier témoignage ; puis nous voyons les Thraces, les Phrygiens et les Celtes passer en Asie Mineure, les Bastarnes descendre en Macédoine, et les Goths, émigrés de la Baltique, s'établir sur les bords de la mer Noire. Enfin, même en Asie, les mouvements de peuples suivent une direction orientale ; à preuve la grande extension des Tadjiks de Perse, qui de la Médie se sont répandus jusqu'aux frontières de la Chine. M. von Löher en appelle aussi à l'in vraisemblance du fait que six des peuples aryaques, Grecs, Italiotes, Celtes, Slaves, Lithuaniens, Germains, auraient quitté le sol de la patrie, tandis que les Hindous et les Éraniens y seraient demeurés. Et encore, quelle route aurait pu suivre l'émigration qui aurait mené les Aryas d'Asie en Europe ? Les Sémites leur barraient le chemin. Bien plus, on ne saurait assigner en Asie centrale de région suffisante pour le développement d'une grande race. Le plateau du Pamir est une contrée désolée ; l'Oxus et l'Iaxarte coulent à travers des steppes arides. Enfin, les légendes germaniques et le rôle qu'y jouent les dragons reportent à une contrée marécageuse : condition que les fondrières et les marais de l'Allemagne septentrionale réalisent seules au même degré, bien mieux en tout cas que les montagnes et les plateaux de l'Asie. Il n'est pas possible non plus de rendre raison des connexions plus intimes constatées entre telles ou telles langues aryennes dans l'hypothèse des Aryas asiatiques.

(1) Voir *Rev. des quest. scient.*, t. XV, pp. 284-298 ; pp. 605-617.

M. von Löher a une troisième espèce d'arguments tirés de l'anthropologie. L'examen des caractères ethnographiques et craniologiques donnent la prépondérance au type européen : c'est aussi en Europe que l'Arya se trouve dans les conditions hygiéniques les plus favorables à son développement normal.

Dans cette longue série de preuves, il nous en reste fort peu à réfuter : pour la plupart, il suffira de renvoyer le lecteur à nos comptes rendus des ouvrages de MM. Schrader et Penka.

En effet, nous avons fait voir que le domaine des Aryas en Asie était assez vaste pour justifier une grande variété dans les conditions climatiques et les productions naturelles. On s'explique très naturellement la division des saisons dans l'hypothèse de leur origine bactérienne (1). Pourquoi le contact signalé entre les Aryas et les Touraniens entraînerait-il pour ceux-là l'hypothèse d'une patrie septentrionale ? Ce contact a eu lieu en Asie (2). Les migrations dont a parlé M. von Löher appartiennent à l'histoire : elles ne prouvent rien pour ou contre les origines proethniques (3). Quant à la prétendue impossibilité de désigner en Asie centrale une contrée assez fertile, des pâturages assez étendus pour le développement de la race aryenne, c'est une difficulté déjà proposée par M. Meitzen et nous y avons répondu (4). Si une parenté plus ou moins intime relie entre eux certains idiomes indo-européens, la théorie européenne n'est pas nécessaire pour la justifier pleinement (5). Enfin il a été longuement insisté sur la difficulté de reconstituer les caractères anthropologiques de l'Arya primitif. Nous pensons avoir démontré que l'illusion est impossible, que pas une des preuves invoquées en faveur du type germanique ou scandinave ne demeure debout (6).

Il reste donc comme arguments nouveaux et spéciaux à M. von Löher les quatre points suivants : la disposition des peuples aryens sur la carte d'Europe, l'in vraisemblance d'une émigration de six nations hors du territoire de la patrie, l'impossibilité de tracer les routes suivies par les Aryas pour arriver en Europe, et enfin certaines traditions germaniques.

« Jetez les yeux sur une carte, dit M. von Löher, et vous verrez com-

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. XV, p. 293.

(2) *Ibid.*, p. 615.

(3) *Ibid.*, pp. 295, 296, 616.

(4) *Ibid.*, p. 294.

(5) *Ibid.*, pp. 287-292.

(6) *Ibid.*, pp. 293, 612, 613.

ment les différentes nations s'y rangent dans un ordre inexplicable, si les Aryas viennent d'Asie. » Franchement, voilà une affirmation que nous avouons ne pas comprendre, surtout quand l'auteur ajoute que, s'ils étaient arrivés de Bactriane, les Aryas européens auraient dû se donner le mot pour prendre en Europe les positions respectives qu'ils y ont occupées. Rien de plus aisé à expliquer que les migrations aryennes. Nous avons jadis esquissé l'histoire de ces mouvements (1), et nous n'avons éprouvé aucune difficulté à ranger les différentes tribus dans les régions où l'histoire les fait apparaître. Les *Celtes*, prenant les devants par le sud de la Caspienne et les gorges du Caucase, contournèrent la mer Noire pour asseoir leurs tentes dans le bassin du Danube. Les tribus *germaniques* et *slaves* ont opéré leur mouvement en partant des rives de l'Oxus, d'où elles se répandirent dans les régions situées entre le Tanaïs, le Tyras et l'Ister jusqu'au delà de l'Hémos. Enfin les *Grecs* et les *Romains*, longtemps réunis en Asie Mineure, se séparèrent aussi. Les *Italiotes*, partis les premiers, arrivèrent sur le Danube et après une nouvelle halte dans les plaines du Pô, où les habitations lacustres accusent leur séjour prolongé, ils descendirent de là dans la Péninsule. Quant aux *Hellènes* un double courant les porta en Europe : l'un, celui des *Doriens* occupa la Grèce par le nord ; l'autre, le rameau *ionien*, se servant des îles de l'Archipel comme d'un pont, remonta du sud au nord. Cette indication sommaire renverse du même coup l'objection de M. von Löher, sur l'impossibilité d'assigner l'itinéraire des Aryas.

Nous ne dirons rien de la disproportion qu'on prétend établir entre les six tribus aryaques émigrant vers l'Europe et les deux autres demeurées seules en Asie : c'est là un argument de convenance qui ne saurait prévaloir contre les faits allégués.

Enfin, que prouve l'importance légendaire du dragon dans les *Sagas* germaniques ? Assurément pas la conclusion que M. von Löher en déduit. Nous savons par la géologie que le climat de l'Europe septentrionale et centrale n'atteignit plus depuis l'époque quaternaire la température voulue pour en faire un habitat de sauriens. Au contraire, cette exigence est parfaitement justifiée en Asie centrale. La plupart des lacs, même les bords de la mer Caspienne, étaient fréquentés par ces animaux, et les annalistes chinois en font une mention expresse (2). Ainsi donc l'argument de M. von Löher tourne même en notre faveur.

(1) *Les Migrations des Aryas*. Anvers, 1882.

(2) Voir notre article, *Le Plateau de Pamir d'après les récentes explorations*, p. 13.

Nous ne saurions mieux terminer qu'en faisant nôtres les justes observations de l'illustre D<sup>r</sup> von Roth, de Tubingue (1). Voilà, dit-il, que l'Allemagne et une partie de la France nous sont données comme l'*officina gentium* : c'est ce que voulait démontrer récemment M. von Löher dans une ingénieuse conférence sur l'âge, les origines et le caractère ethnographique des Germains. Au lieu des Indo-Germains, nous avons les Germano-Indiens. Les Hindous sont à l'extrémité de l'échelle, et ceux qui se sont le plus éloignés du centre commun, les Aryas d'Asie, offrent aussi les traits les plus accusés de dégénérescence. Pour celui qui connaît les Védas, et le D<sup>r</sup> von Roth peut se vanter de les connaître, pareille conclusion n'est pas soutenable. Les Aryas védiques sont les vrais frères des Germains de Tacite. Supposons ces derniers émigrés de Germanie au Pendjâb, auraient-ils rien perdu des qualités de la race indo-germanique? Seul un séjour prolongé dans le sud les eût peu à peu énervés. Encore a-t-il fallu pour les Hindous de longs siècles avant qu'ils arrivassent au degré de dégradation où nous les voyons aujourd'hui. Quand Alexandre les rencontra sur sa route, il éprouva leur indomptable valeur ; il les déclara les plus courageux guerriers de l'Asie (2).

Dans l'article que nous venons de signaler, le D<sup>r</sup> von Roth s'occupe à son tour du berceau des Aryas, et il produit un argument nouveau en faveur de leur provenance asiatique.

Voici à quelle occasion. Depuis trois ans déjà, le savant professeur de Tubingue s'occupe, dans le *Journal de la Société orientale allemande*, du *Sôma*, la plante sacrée des Hindous. Nos lecteurs savent le rôle important que ce végétal joue dans les rites du sacrifice chez les Hindous et les Éraniens. On le broyait et son jus laiteux et aigre servait aux libations. Le *Sôma* appartient au type botanique des *Sarcostemma*, on le désigne sous les noms variés de *Sarcostemma viminale*, *Sarcostemma brevistigma*, *Aselepias acida*.

Le D<sup>r</sup> von Roth s'était dit que si l'on parvenait à déterminer l'habitat de ce végétal, on serait par là même fixé sur le berceau primitif des Aryas asiatiques, et que par suite on aurait un point de repère certain pour la détermination de la première patrie des Aryas. Le savant professeur s'adressa donc au D<sup>r</sup> Regel, qui explore depuis plusieurs années les rives de l'Oxus et de l'Iaxarte (3). Le D<sup>r</sup> Regel est

(1) *Zeitsch. der D. M. G.*, t. XXXVIII, p. 138.

(2) Arrien, *Anabasis*, V, 4.

(3) Voir pour les explorations du D<sup>r</sup> Regel notre article, *Le Plateau de Pamir*, pp. 42 et suiv.

un botaniste très distingué; mais, malgré toutes ses recherches, il ne réussit pas à trouver le *Sôma*, et il lui fallut bien conclure que, dans toute la région parcourue par lui entre le Syr (Iaxarte) et l'Amou (Oxus), on ne rencontrait aucune trace du *Sôma*, et que les indigènes mêmes en avaient complètement perdu le souvenir. Toutefois le D<sup>r</sup> Regel signalait aux investigations les vallées de l'Hindou-Kousch.

Son appel fut entendu : les travaux du D<sup>r</sup> von Roth et les explorations du D<sup>r</sup> Regel avaient attiré l'attention de M. Charles James Lyall, officier du gouvernement de l'Inde. Au témoignage de M. Max Müller, M. Charles Lyall n'est pas seulement un administrateur zélé, c'est un érudit et un indianiste capable de ressusciter les glorieuses traditions des Colebrooke, des William Jones et des Prinsep (1). Désireux de provoquer de nouvelles observations sur le *Sôma*, M. Lyall publia dans une revue de l'Inde un article sur l'identification du *Sôma*, son habitat primitif et son importance pour la détermination du berceau des Aryas ou du moins des Hindou-Éraniens. En même temps il adressait les articles du D<sup>r</sup> von Roth à la commission chargée de fixer les frontières de l'Afghanistan (*Afghan frontier delimitation Commission*). Les projets de M. Charles Lyall furent communiqués au D<sup>r</sup> Watt, l'autorité la plus compétente pour la flore de l'Hindou-Kousch. Malheureusement, les recherches du D<sup>r</sup> Watt, comme celles du D<sup>r</sup> Regel, furent infructueuses et menèrent à la conclusion suivante : On ne connaît jusqu'ici aucune plante qui remplisse toutes les conditions d'identification avec le *Sôma*. Les descriptions vagues et poétiques qu'on a données de ce végétal semblent rendre impossible toute détermination scientifique.

Pourtant, dès 1855 (2), M. Max Müller avait fait connaître une description assez rigoureuse. Elle se trouvait dans un extrait du so-disant *Ayur-Véda*, cité par le *Dhûrtasvâmi-bhâshyatikâ*. Voici cette description : « La plante rampante, nommée *Sôma*, est noire; elle donne un jus laiteux et aigre : elle n'a pas de feuilles, ses propriétés sont émétiques (3) et elle détruit les phlegmes. Les chèvres en sont friandes. » Ces traits conviennent de tout point au *Sarcostemma* : c'est aussi l'opinion de sir John Hooker. Mais M. Max Müller faisait observer que le *Sarcostemma* en usage dans la présidence de Bombay ne devait

(1) *Academy*, n° du 25 octobre 1884, pp. 274 et suiv.

(2) *Zeitschrift der D. M. G.*, 1855, p. XLIII.

(3) Dans un article de l'*Academy*, du 15 novembre 1884, pp. 326, 327, le D<sup>r</sup> Roth conteste l'exactitude de la leçon *vamanî* « vomitif » pour la remplacer par *pâvanî* « qui purifie ».

pas être identifié avec le vrai *Sôma*. M. Birdwood pense qu'à Bombay les Parsis distillent une liqueur avec le jus laiteux et désagréable du *Calatropi gigantea*. Il n'est donc pas étonnant que le D<sup>r</sup> Haug ait trouvé le *Sôma* si répugnant, puisque très probablement on lui fit boire une contrefaçon quelconque. Le vrai *Sôma* est originaire du nord de l'Inde ; il fut souvent remplacé par le suc des cèdres (*pûtikâs*) et en particulier par celui de la *Guilandina Bonducella*. Les Brahmanes avouent qu'aujourd'hui ils ne sont plus en possession du vrai *Sôma*. Du reste, déjà dans les plus anciens ouvrages liturgiques, les *Sûtras* et les *Brâhmanas*, il est dit que le véritable *Sôma* est très difficile à se procurer, et qu'on doit le remplacer par des espèces équivalentes. Les mêmes auteurs nous apprennent que le *Sôma* était apporté aux brahmanes par les barbares, et que l'on prenait les plus grandes précautions pour se prémunir contre toute falsification.

Le D<sup>r</sup> von Roth a présenté des observations fort justes au sujet des conclusions de MM. Max Müller et Watt (1). C'est égarer les recherches que d'incliner avec le D<sup>r</sup> Watt à ranger le *Sôma* dans la famille des ombellifères, c'est se tromper que de croire à des décoctions de *Sôma* faites par les Aryas. Le savant professeur de Tubingue demeure convaincu qu'on trouvera le véritable *Sôma* sur les hauts plateaux qui bordent l'Oxus.

Quoi qu'il en soit des recherches faites en ces derniers temps pour retrouver le fameux *Sôma*, le rôle même de ce végétal dans les religions de l'Éran et de l'Inde prouve en faveur de l'origine asiatique des Aryas. Voici comment. M. Birdwood, conservateur du Musée de South-Kensington, a démontré que le *Sôma* est identique avec l'arbre de vie ou *Achéra*, représenté sur les sculptures assyriennes (2). Le *Sôma* répond dans l'Éran et dans l'Inde à l'*Achéra*, comme ailleurs le palmier et la vigne. Les Aryas eux-mêmes, après s'être servis d'abord du *Sarcostemma brevistigma*, à mesure qu'ils pénétraient vers le sud, remplacèrent le *Sôma* par le jus d'autres plantes. La question de l'habitat primitif du *Sôma* n'a donc pas toute l'importance qu'on lui suppose pour la détermination de la première patrie aryenne (3). Elle a

(1) *Academy*, n<sup>o</sup> du 15 novembre 1884, p. 327. La discussion a continué dans les n<sup>os</sup> du 6 et du 13 décembre entre MM. Thiselton Dyer et Max Müller. Mais la question s'est déplacée. Il s'agit moins du berceau du *Sôma* que de la nature de la plante sacrée dont les Aryas se servaient dans les sacrifices.

(2) *The industrial arts of India*, t. II, pp. 324 et suiv.

(3) Voir l'article de M. Geiger sur *La civilisation des Aryas* dans le *Muséon*, octobre 1884, pp. 639-641. Comme nous, M. Geiger pense que la

pourtant sa valeur, en ce sens qu'elle fournit une preuve de plus pour le contact entre Sémites et Aryens, contact que l'hypothèse européenne n'explique pas.

Nous venons d'insister sur le contact des Aryas et des Sémites comme preuve non équivoque du séjour primitif de nos ancêtres en Asie. Dans un travail récemment publié (1), notre savant ami, M. de Ujfalvy, fait valoir en faveur de la même thèse un autre contact. Il y a longtemps déjà, l'illustre voyageur en Chine, M. Von Richthofen, avait remarqué que les Chinois, encore fixés en Asie centrale au vingt-troisième siècle avant notre ère, y avaient appris d'un peuple limitrophe l'agriculture et l'irrigation des champs. Pour M. de Ujfalvy, ce peuple ne serait autre que les Aryas; hypothèse qui expliquerait à merveille certaines analogies constatées entre la civilisation chinoise et celle des peuples aryens. Ces analogies ne peuvent être d'origine postérieure, à cause du complet isolement dans lequel la Chine a vécu.

Or voici la description que les annales du céleste empire, interprétées par Abel Rémusat et Klaproth, fournissent de ces antiques voisins de la Chine. Elles parlent d'une peuplade à figure de cheval, c'est-à-dire, à la face allongée, aux yeux enfoncés et au nez proéminent, en opposition avec les habitants de Khotan, qui différaient peu ou point du type mogol. De cette opposition et surtout du silence des annalistes, M. de Ujfalvy croit pouvoir conclure que les Aryas limitrophes de la Chine n'étaient pas des blonds. Sans cela, le fait eût été certainement relevé par des écrivains qui en d'autres circonstances, par exemple quand ils ont à décrire la peuplade des Usuns, ne manquent pas de signaler minutieusement les détails relatifs à la coloration des cheveux.

Ces observations, comme nous le verrons, réduisent singulièrement la valeur de l'argument favori des tenants de l'origine européenne des Aryas, quand ils prétendent retrouver dans le type blond la représen-

question du Sôma « ne doit pas être estimée au-dessus de sa véritable valeur ». Elle ne sera jamais qu'un anneau dans la chaîne des preuves relatives à la patrie des Aryas. En effet, le Sôma peut avoir été détruit complètement, tout comme le *Leontopodium alpinum* tend à disparaître de nos jours. De plus, quand bien même on trouverait le Sôma dans le bassin de l'Oxus ou les vallées de l'Hindou-Kousch, on acquerrait sans doute une donnée importante, mais non une conclusion définitive.

(1) *Le Berceau des Aryas d'après des ouvrages récents*. Critique et examen par Ch. E. de Ujfalvy. Extrait des BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS, 1884.

tation idéale et parfaite de l'Arya primitif. M. de Ujfalvy reprend cette question avec certains développements, en profitant des principes anthropologiques mis en œuvre par le Dr Tappeiner dans ses ingénieuses recherches sur les populations du Tyrol. Il remarque d'abord que seuls, dans les mélanges des races, la forme cranienne est persistante et que la couleur des cheveux, celle des yeux, ainsi que les caractères faciaux, tout en conservant une grande importance comme indice certain de mélange, ont une valeur beaucoup moindre, car ils sont peu constants.

Ce principe, appliqué à l'ethnographie de l'Asie centrale, amène M. de Ujfalvy à des conclusions bien différentes de celle énoncée par le Dr Lindenschmidt, le doyen des anthropologistes allemands, considérant comme *absolument certain* que, « s'il faut établir l'origine commune de tous les peuples parlant des idiomes aryaques et par suite leur supposer un type commun, ce type primitif n'est pas à chercher parmi les Hindous, Tadjiks, Bokheriotes, Bélouchis, Parsis et Ossètes (1). » Et pourquoi pas ? Là aussi nous rencontrons des races mêlées qui reproduisent deux types bien distincts : un type châtain, petit ou moyen, brachycéphale, surtout au nord de l'Hindou-Kouch, et un autre, brun, grand, dolichocéphale, cantonné dans les vallées au sud de ce massif montagneux et beaucoup plus pur que les brachycéphales châtains du nord. Il se trouve chez ces derniers des yeux clairs et des blonds à l'état sporadique, tandis que, chez les dolichocéphales du sud de l'Hindou-Housch, l'absence complète des yeux clairs et des cheveux blonds fait supposer qu'ils ont été de tout temps dolichocéphales et bruns.

Si donc on peut accorder au Dr Lindenschmidt que les Tadjiks, les Bokhares, les Bélouchis, les Parsis et les Ossètes sont fortement imprégnés d'éléments étrangers, les Galtchas du Pamir et les tribus de l'Hindou-Kouch sont une race relativement pure. Eux du moins ont autant et plus de droits que les peuples si altérés de l'Europe à représenter l'Arya primitif.

Les probabilités s'augmentent encore du fait que ces peuples occupent leur patrie actuelle depuis une haute antiquité. Tout démontre ce fait : la persistance des coutumes sociales et religieuses, le caractère primitif de la civilisation, le peu d'altération des idiomes galtchas et leur position intermédiaire entre le zend et le sanscrit.

On fait beaucoup valoir pour la provenance européenne des Aryas

(1) *Handbuch der deutschen Alterthumskunde*, 1880, préface.

les exigences du climat, de la faune et de la flore, révélées par la paléontologie linguistique dont les données réclament une contrée relativement froide. Faut-il sans cesse affirmer que ces conditions sont réalisées en Asie centrale? Qu'on veuille bien s'en convaincre une bonne fois, et se fier au témoignage d'un voyageur consciencieux. « Les vallées qui avoisinent le Pamir, le Darwáz, le Karategine et le Kohistan, dit M. de Ujfalvy, satisfont à toutes les données de la paléontologie linguistique. Il y a là un pays froid, de la glace et de la neige en hiver; l'été est court. Les plantes alimentaires et les animaux domestiques sont bien ceux que signale le vocabulaire aryaque. On trouve le pin, le bouleau et le chêne. Les grands fauves n'y vivent pas. Les montagnards de l'Oxus sont de rudes piétons, adonnés dès les temps les plus reculés aux pratiques mazdéennes. Pasteurs et agriculteurs, ils irriguent leurs champs et se servent de la charrue la plus primitive. »

Enfin, M. de Ujfalvy réduit à néant une dernière illusion chère aux partisans des Aryas européens. Que faut-il penser de la prétendue supériorité des races dolichocéphales blondes sur les brachycéphales bruns? « Si la supériorité de l'homme consiste exclusivement en une certaine énergie physique, en un esprit remuant, entreprenant, envahissant, en un mot en un esprit de conquête, alors les blonds dolichocéphales sont la première race du monde. Mais si, au contraire, on tient compte des facultés psychiques, on verra que la conception artistique, ce suprême génie de la race humaine, l'éternelle gloire des Grecs et des Romains, est devenue le patrimoine impérissable des races brunes et brachycéphales de l'Europe centrale et méridionale. »

On le voit, la question du berceau des Aryas n'est rien moins que tranchée en faveur de l'Europe. En tout cas, aucun des arguments produits jusqu'ici n'aboutit scientifiquement à cette conclusion. Le problème demeure en discussion, et même, d'après M. de Ujfalvy, rien n'autorise à entrevoir une solution prochaine. Pour nous, sans préjuger le résultat final, nous croyons que, dans l'état actuel de la science, la plus grande somme de probabilités se réunit en faveur de l'Asie centrale.

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

---

# REVUE

## DES RECUEILS PÉRIODIQUES

---

### ANTHROPOLOGIE

---

**L'Homme tertiaire au Congrès de Blois (1).** — L'Association française pour l'avancement des sciences a tenu cette année sa session à Blois. Le voisinage de Thenay imposait naturellement à la section d'archéologie et d'anthropologie l'étude sur place des dépôts tertiaires de Thenay et des traces de l'homme que le regretté abbé Bourgeois pensait y avoir découvertes.

Des fouilles avaient été préparées au nom de l'Association, par les soins de MM. d'Ault du Mesnil et Daleau, afin de mettre sous les yeux des membres du congrès des coupes complètes des terrains de Thenay et de leur fournir des éléments nouveaux de discussion et d'étude.

On sait en quoi consistent les traces attribuées à l'homme tertiaire. Dans des assises argilo-marneuses, inférieures au calcaire de Beauce, se trouvent mêlés des silex en grand nombre, dont quelques-uns sous la forme d'éclats portent les traces de choes répétés, comparables aux retouches intentionnelles qui, sur les silex des temps quaternaires, accusent le travail de l'homme. A la différence des silex quaternaires, les silex tertiaires de Thenay ne présentent pas le cône si caractéristique de tous les éclats détachés d'un bloc par percussion.

Ils sont simplement conchoïdes comme les éclats formés sous l'in-

(1) *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, octobre 1884 p. 481.

fluence des agents atmosphériques ou de la chaleur. Comme, de plus, beaucoup de pièces sont craquelées et accusent ainsi l'action probable du feu, des archéologues ont supposé que l'être tertiaire qui se serait servi déjà d'éclats de silex à l'époque du lac de Beauce ignorait l'art de les fabriquer par percussion, et se contentait de les obtenir par éclatement à l'aide de la chaleur. Ces silex éclatés et retouchés ont, comme je l'ai dit, pour principal gisement, une zone argilo-marneuse d'origine lacustre. On expliquait leur présence dans ce dépôt, en supposant que l'homme tertiaire de Thenay vivait sur les bords d'un lac aujourd'hui disparu. D'après M. de Mortillet, l'être qui se servait d'outils de silex sur les rives du lac de Beauce obtenait les éclats nécessaires à son industrie en chauffant les rognons naturels de silex et en les plongeant dans l'eau du lac pour déterminer leur éclatement. On sait d'ailleurs que, d'après M. de Mortillet, et en vertu des lois du développement des formes animales à travers le temps, cet être ne pouvait pas être l'homme, mais un précurseur de l'homme; un grand singe qu'il a nommé, sans le connaître, l'anthropopithèque.

Les membres du congrès de Blois ont donc passé en revue les différents ordres de faits qui servent de soutien à cette théorie, c'est-à-dire le gisement géologique, le mode de fragmentation des silex, l'action du feu.

Des géologues d'une incontestable autorité, parmi lesquels je citerai M. Fuchs, ingénieur en chef des mines et M. Cotteau, sont venus donner leur avis sur la formation. D'après M. Fuchs, le dépôt argilo-marneux, qui est le principal gisement des silex éclatés et craquelés, appartiendrait à l'éocène inférieur. M. Cotteau n'est pas aussi affirmatif; mais il admet sans hésitation qu'il date au moins du miocène inférieur.

Si, comme l'a fait remarquer M. Cartailhac, des savants pensent qu'il est déjà grave de faire travailler la pierre et allumer le feu à un être miocène, à plus forte raison seraient-ils peu disposés à accepter l'hypothèse pour l'éocène; à ce point de vue, l'homme tertiaire a donc perdu du terrain.

Les géologues de la réunion sont d'avis que le dépôt en question n'est pas une formation littorale. Les fouilles ont permis de constater de plus que les silex ne sont pas disposés comme si un être quelconque les avait délaissés sur un rivage. Ils sont distribués non seulement dans toute la partie inférieure du dépôt, mais même dans les zones supérieures. Dès lors on peut se demander, avec M. le M<sup>is</sup> de Saporta, s'il est admissible que l'homme ait fait du feu et taillé des silex sur un fonds inondé.

La discussion s'est portée ensuite sur le phénomène du craquelage. On a reconnu que le craquelage des silex de Thenay est identique à celui que l'on obtient au moyen du feu, mais est-ce à dire pour cela que le feu seul puisse produire cet effet ? On a parlé des agents météorologiques, de la pression, etc. Le feu lui-même a pu être allumé non par un être vivant, mais par toute autre cause naturelle, la foudre, la fermentation, etc.

M. Boule, licencié ès-sciences naturelles, ayant fait observer que la discussion ne peut pas aboutir sur ce terrain, parce que la base expérimentale fait défaut, il est décidé que de nouvelles expériences de laboratoire seront entreprises, et M. Boule accepte de s'en charger avec le concours de M. Cartailhac.

Quant aux silex soi-disant retouchés, ils sont extrêmement rares. On n'en a pas recueilli un seul au cours des fouilles opérées à l'occasion du congrès. Aucun des nombreux silex examinés ne présente le cône de percussion si caractéristique des silex taillés par l'homme. M. de Nadaillac ayant suggéré que l'effritement des silex de Thenay pouvait être dû en partie à l'action des agents météorologiques, cette hypothèse a été combattue par M. Cartailhac, lequel a exposé que les agents atmosphériques produisent des effets différents et faciles à distinguer. L'effritement produit par le soleil est tout autre que l'effritement des silex de Thenay.

Le soleil et les variations de température résultant des alternatives de jour et de nuit ne produisent pas le craquelage.

M. Rabourdin résume la discussion. On a constaté l'existence sur de vastes espaces de silex craquelés, comme s'ils avaient été soumis au feu. Leur gisement est incontestablement tertiaire, miocène, peut-être même éocène. De tous les silex recueillis au cours de l'excursion et pendant les fouilles préparatoires, aucun ne porte les traces d'une taille intentionnelle. En somme, dit-il, on ne possède aucune donnée nouvelle, confirmant l'existence d'un être intelligent à l'époque tertiaire et la question des silex de Thenay reste encore entièrement ouverte.

M. Chantre, président de la section, lève la séance après avoir affirmé sa croyance à l'existence probable d'un précurseur tertiaire de l'homme, mais tout en reconnaissant l'insuffisance des recherches, en ce qui concerne les silex.

Il est difficile d'expliquer, autrement que par un parti pris philosophique, la foi robuste de quelques anthropologistes au précurseur de l'homme, en l'absence de tout fait positif. Car, en définitive, sans

les silex présumés taillés de quelques gisements tertiaires, personne n'aurait songé à l'homme miocène, et, cette preuve expérimentale venant à faire défaut, il ne reste rien en faveur de l'hypothèse.

M. de Mortillet, le père de l'anthropopithèque, ne pouvait se dispenser de combattre les doutes émis sur l'existence du précurseur. N'ayant pu assister à la session de Blois, il a répondu dans son journal *L'Homme* (1). Je ne trouve dans sa réponse aucun fait nouveau de nature à modifier les résultats de l'enquête. Il se contente d'affirmations. Il maintient que le dépôt de Thenay est miocène, qu'il constitue une formation littorale, que les silex sont éclatés au feu, que certains d'entre eux portent des retouches intentionnelles et évidentes, qu'enfin l'anthropopithèque est une réalité. Il ajoute, — et c'est sans doute son argument capital, — que le milieu de Blois est fort clérical, qu'on y a vu une section présidée par un marquis entre deux ecclésiastiques, qu'un pareil milieu n'était certes pas favorable à l'anthropopithèque ou précurseur de l'homme. Je laisse à apprécier la valeur scientifique de cet argument.

Pas plus que M. de Mortillet, je n'ai eu l'honneur d'assister au congrès de Blois ni à l'excursion de Thenay. Mais après avoir relu cette importante discussion, je suis allé, comme cela m'arrive souvent, visiter les vastes dépôts d'argile à silex du Mâconnais et y recueillir des faits instructifs pour la question soulevée à Blois. On sait que nos argiles à silex appartiennent à l'éocène et qu'une partie même de cette formation représente l'éocène le plus inférieur. Eh bien ! j'ai recueilli, à tous les niveaux de ce terrain, des silex éclatés, dont quelques-uns portent des cônes de percussion et même des apparences de retouches telles qu'on n'hésiterait pas à les attribuer à l'homme, si l'on ramassait ces silex dans un gisement quaternaire. Les silex craquelés, absolument identiques à ceux de Thenay, se trouvent par milliers à la surface de nos argiles à silex. Voilà ce que j'ai observé ; voilà ce que je puis affirmer. J'invite tous ceux qui s'intéressent à la question de l'homme tertiaire à faire comme moi : à rechercher si les faits d'éclatement, de retouches, de craquelage ne sont pas les allures normales et naturelles des silex de la craie remaniés aux époques tertiaires. C'est ma conviction, et je n'aurais pas de peine, je crois, à la faire partager à ceux qui viendraient visiter avec moi nos formations mâconnaises. Tous les géologues savent qu'il y eut, notamment à l'é-

(1) *L'Homme, journal illustré des sciences anthropologiques* ; 25 sept. 1884, p. 545.

poque éocène, de puissants phénomènes éruptifs et hydrothermiques. Ne faudra-t-il pas y chercher la cause des altérations profondes subies par les silex pyromaques dans les dépôts de cet âge ?

ADRIEN ARCELIN.

---

## ASTRONOMIE

---

**Le méridien initial.** — Le premier méridien, celui d'où l'on part pour compter les longitudes sur la surface du globe, est purement arbitraire; aussi le choix des géographes et des astronomes a-t-il varié suivant les circonstances. Ils ont bien essayé, à plusieurs reprises, de s'entendre et de déterminer, de commun accord, un méridien initial unique; mais leurs efforts ont échoué devant des difficultés de nature diverse; et chacun a fini par prendre pour point de départ le méridien de la capitale ou de l'observatoire principal de sa patrie. Tel est à peu près aujourd'hui l'état des choses (1).

Ce manque d'uniformité entraîne des inconvénients multiples. On songe de nouveau à les faire disparaître: et l'on voudrait écarter du même coup d'autres difficultés pratiques qui s'y rattachent et qui ont trait à la manière de compter le temps.

En effet, si l'on avait fait choix d'un premier méridien, on pourrait s'en servir, non seulement pour y rapporter toutes les longitudes, mais aussi pour compter un temps uniforme et commun à tout le globe. L'emploi de ce temps universel, établi concurremment avec les différents temps locaux, qui continueraient évidemment à régler, dans chaque pays, les usages et les relations intérieures, permettrait d'éviter, dans les opérations internationales et les communications à grandes distances, une foule d'inconvénients provenant de la multiplicité et de la diversité des heures locales.

Ces questions ont été discutées d'abord au Congrès géodésique international réuni à Rome au mois d'octobre 1883, par une commis-

(1) Voir sur l'*Histoire du premier méridien et de l'heure universelle* les deux articles de M. L. Mahillon, publiés dans *Ciel et Terre*, quatrième année, p. 32, et cinquième année, p. 465.

sion spéciale composée de six membres choisis parmi les représentants de l'Angleterre, des États-Unis, de l'Allemagne, de l'Italie, de la France et de Hambourg. Voici, en substance, les points principaux du rapport présenté par ce comité à l'assemblée :

Un système uniforme de compter les longitudes et le temps servirait également les intérêts de la science, de la navigation et du commerce... La conférence propose aux gouvernements de choisir, pour méridien initial, le méridien de Greenwich... Les longitudes se compteraient, à partir de ce méridien, dans une seule direction, de l'est à l'ouest... La conférence reconnaît également l'utilité d'une méthode commune de compter le temps : elle recommande comme point de départ de l'heure universelle et des dates cosmopolites, le midi moyen de Greenwich.

Ce rapport est signé par le général Ibanez et par les secrétaires von Oppolzer et Hirsch, rapporteur ; il a été lu en séance publique, le 22 octobre 1883, et adopté, après une discussion assez vive et avec quelques modifications qui ne touchent pas aux points que nous venons de signaler. Le choix du méridien de Greenwich comme méridien initial a été adopté par 22 voix contre 4. M. Christie et les délégués français ont proposé de substituer le minuit moyen de Greenwich au midi moyen comme point de départ du jour universel ; leur amendement a été rejeté par 20 voix contre 8. Enfin on a ajouté, à l'un des articles du rapport, cette close : les heures universelles se compteront de 0 à 24.

L'examen des recommandations de la conférence romaine a été repris, au mois d'octobre 1884, dans un congrès spécial réuni à Washington, et composé de savants délégués par les gouvernements et des ambassadeurs des différentes puissances accrédités aux États-Unis. Voici les conclusions votées par cette assemblée :

Il est désirable que toutes les nations adoptent un premier méridien unique en remplacement des nombreux premiers méridiens dont on fait actuellement usage. — Adopté à l'unanimité.

La conférence propose aux gouvernements qui lui ont envoyé des représentants, d'adopter pour méridien initial des longitudes celui qui passe par le centre de la lunette méridienne de l'observatoire de Greenwich. — Adopté par 22 voix contre 1 (Saint-Domingue) et deux absentions (France, Brésil).

On compterait les longitudes dans les deux sens de 0° à 180° ; celles de l'est auraient le signe +, celles de l'ouest le signe — .

— Adopté par 14 voix contre 5 et 6 absentions.

La conférence propose d'adopter un jour universel pour tous les

usages convenables et sans préjudice de l'emploi du temps local ou de tout autre temps. — Adopté par 23 voix : deux abstentions.

Le jour universel sera le jour solaire moyen compté, pour toute la terre, à partir de l'instant du *midi moyen* du méridien initial : la date du jour universel coïncidera avec celle du jour civil du premier méridien et les heures universelles seront comptées de 0 à 24. — Adopté par 15 voix contre 2 et 7 abstentions.

La conférence émet un vœu en faveur de l'adoption prochaine du minuit moyen de chaque lieu pour origine des temps astronomique et nautique.

Signalons un septième article où la conférence exprime l'espoir de voir aboutir promptement les études relatives à la régularisation et à l'extension de l'emploi du système décimal dans les mesures angulaires et dans celles du temps.

La discussion de ces propositions a été longue et laborieuse.

Les délégués français demandèrent un premier méridien *neutre*, qui ne fût à personne : celui du détroit de Behring ou des Açores. M. Fleming, délégué du Canada, proposa l'anti-méridien de Greenwich, etc. : mais ces propositions n'ont pas abouti. Sir W. Thomson et sir Frederick Evans ont plaidé la cause du méridien de Greenwich : N'est-il pas pratiquement déjà le méridien initial presque universel ? Le D<sup>r</sup> Hirsch, dans son rapport à la conférence romaine, avait déjà insisté sur ce point. L'immense empire britannique, disait-il, avec ses 20 000 000 de kilomètres carrés, s'étend à toutes les parties du globe. Sa marine marchande avec ses 40 000 vaisseaux, jaugeant de 6 000 000 à 9 000 000 de tonnes, et ses 370 000 hommes d'équipage, surpasse en importance l'ensemble de toutes les autres flottes. La plupart des pays, ceux-là surtout dont la marine marchande est la plus développée, les États-Unis, l'Allemagne, l'Autriche et l'Italie, se servent, pour la navigation, du méridien de Greenwich : en sorte que l'on peut affirmer que 90 marins sur 100, dans leurs voyages de long cours, calculent déjà leurs longitudes d'après ce méridien.

Quant à la manière de compter les longitudes à partir du méridien initial, les trois hypothèses possibles ont été proposées et défendues.

Le choix de Greenwich comme méridien initial et la manière de compter les longitudes, vers l'est et vers l'ouest, laissent donc intactes les cartes et les tables anglaises de longitudes. Le *Nautical almanach* deviendrait ainsi la seule publication nécessaire aux marins. Quant à la *Connaissance des temps* et aux cartes marines françaises, elles exigeraient un remaniement complet.

Le choix de l'unité de temps universel n'était pas douteux : l'usage de tous les peuples civilisés imposait le jour solaire moyen. Il y a plus d'un siècle déjà que le temps moyen règle les horloges de Genève. En Angleterre il a été substitué au temps vrai vers 1792 ; à Berlin, ce changement ne s'est opéré qu'en 1810, et à Paris en 1816. Aujourd'hui l'usage du temps moyen est général.

Il restait donc à fixer le commencement de ce jour solaire moyen et à l'étendre à tout le globe, comme on étend à un pays entier le temps moyen de sa capitale. Ces extensions partielles d'un même temps moyen sont en usage partout où l'étendue du pays, de l'est à l'ouest, n'atteint pas des limites trop considérables. Ainsi, en Suisse, depuis 1853, on fait usage d'un seul temps moyen, celui de la capitale ; et depuis plusieurs années toutes les horloges de la Grande-Bretagne sont réglées sur le temps moyen de Greenwich.

C'est ce jour solaire moyen de Greenwich, commençant à minuit et compté de 0 à 24 heures, que le congrès de Washington a choisi pour jour universel. Dans la Grande-Bretagne, le temps universel se confondrait donc avec le temps local : la même heure réglerait à la fois les affaires intérieures et les relations internationales. Les autres pays ajouteraient à l'usage du temps local celui du temps de Greenwich, ces deux temps différant plus ou moins entre eux suivant les longitudes, par rapport au méridien initial, des méridiens secondaires réglant le temps local.

La conversion du temps local en temps universel présentera plus ou moins de difficulté suivant la manière de régler les heures locales. En Amérique le problème sera des plus simples. On sait que les compagnies de chemins de fer des États-Unis et du Canada ont divisé le territoire américain en différents fuseaux terminés par les méridiens de 5, 6, 7 et 8 heures longitude ouest de Greenwich ; l'heure locale est la même dans toute l'étendue d'un même fuseau ; on saute d'une heure en passant d'un fuseau au fuseau voisin. Toutes les horloges réglées d'après ce principe marquent donc la même minute et la même seconde que les horloges anglaises ; et, par suite, il suffira d'ajouter 5, 6, 7 ou 8 heures au temps local pour avoir le temps universel.

Si l'on étendait au globe entier le principe adopté par les compagnies américaines, ce que propose M. Fleming dans un intéressant travail publié en 1879, *Time reckoning and the selection of a prime meridian*, la constante à ajouter ou à retrancher pour passer du temps local au temps universel serait, pour chaque pays, un nombre exact d'heures ; elle se compliquerait de minutes et de secondes si l'on con-

tinue, ce qui est infiniment probable, à régler le temps local d'après l'heure des capitales ou des observatoires principaux.

**La parallaxe solaire.** — La valeur de la parallaxe solaire déduite des observations du dernier passage de Vénus faites par les missions belges au Texas et au Chili est  $8''$ , 911, avec une erreur probable de  $\mp 0''$ ,084.

On tire de là, pour la distance moyenne de la Terre au Soleil, 23 147 rayons terrestres, soit 147 617 000 kilomètres ; avec une erreur probable de  $\mp 218$  rayons terrestres ou  $\mp 1$  390 000 kilomètres.

Les observations et les calculs sur lesquels repose cette détermination viennent d'être publiés dans les *Annales* de l'observatoire royal de Bruxelles. Ils ont paru également en deux fascicules séparés : le premier renferme l'*exposé des résultats des observations* par M. J. C. Houzeau ; le second contient les *documents et observations*.

**Les petites planètes découvertes en 1884.** — Dix petites planètes ont été découvertes dans le cours de l'année dernière ; ce qui porte leur nombre à 245.

De ces dix astéroïdes, sept ont été découverts à Vienne, par M. J. Palisa ; les trois autres par MM. Knorre, à Berlin ; Borrelly, à Marseille et R. Luther, à Dusseldorf.

**Les comètes en 1884.** — Deux nouvelles comètes ont été observées dans le courant de l'année 1884. La première a été découverte, le 16 juillet, à Nashville (États-Unis), par M. Barnard. Les éléments de l'orbite elliptique calculée par M. Berberich donnent, pour la période de révolution, 2007,9 jours ; ceux de l'orbite elliptique calculée par M. Frisby, de Washington, 1878,65 jours ou 5.143 ans. Ces éléments ressemblent à ceux de la comète de 1844 (I) de Vico, et de la comète de 1678.

La seconde comète de 1884 a été découverte, à Heidelberg, par M. Max Wolf, le 17 septembre. Les éléments de l'orbite elliptique calculée par M. Krueger donnent pour la période de révolution 6,5 ans environ.

**Retour de la comète d'Encke.** — Voici, d'après les calculs de M. O. Backlund de Pulkowa les éléments de la comète d'Encke pour son prochain retour au périhélie :

Passage au périhélie :	1885 mars 7, 6523 T. M. G.	
Longitude du périhélie	158° 32' 45"	} Eq. moy. 1885, 0.
« « nœud ascendant	334° 36' 54", 6	
Inclinaison	12° 54' 0", 4	
Excentricité	57° 45' 20", 5	
Révolution	1207, 86 jours	

En 1852 le passage au périhélie eut lieu le 14 mars, et la comète fut retrouvée par M. Vogel le 9 janvier, à l'aide d'un réfracteur de 7 pouces d'ouverture ; au moment de cette observation la distance de la comète au Soleil était 1,35 ; et sa distance à la Terre 1,55. En 1875, le passage au périhélie eut lieu le 13 avril, et la comète fut observée le 27 janvier par M. Stephan ; sa distance au Soleil étant 1,50 et sa distance à la Terre 1,98.

J. THIRION, S. J.

---

## BOTANIQUE

---

Les régions botaniques de la terre (1). -- Les importants travaux publiés depuis un quart de siècle environ sur la géographie des plantes ne permettent pas encore aux botanistes de se faire une idée suffisamment synthétique et comparative de la végétation du globe. Les uns, en face des innombrables documents que la science enregistre, n'ont pas cru pouvoir faire autre chose que poser les principes propres à diriger les recherches et à assurer une certaine unité aux données scientifiques. D'autres ont essayé de résumer les résultats acquis et ont simplement réuni les faits de manière à laisser voir les nombreuses lacunes qu'il faut songer à combler. La première méthode surtout a été le point de départ de grands progrès ; pourtant la physiologie des plantes est loin d'être assez connue pour que nous puissions songer à déterminer les causes de la distribution des végétaux à la surface de la terre, et l'histoire de ces causes.

M. Drude, reconnaissant ces difficultés, a cru du moins faire œuvre

(1) *Die Florenreiche der Erde*, par M. O. Drude ; PETERMANN'S MITTHEILUNGEN, Ergänzungsheft, n° 74.

utile en traçant à grands traits le tableau des différentes flores, te qu'il est permis de l'établir d'après les relevés les plus récents.

Après une courte critique des principes appliqués par Linné et ses successeurs d'une part, par Humboldt et après lui par Grisebach, l'auteur définit ce qu'il entend par *régions*, *domains* et *districts*. Cherchant à établir les limites des grandes régions, il déclare avec raison qu'elles ne sauraient correspondre à celles que les géographes ont établies entre les différentes parties du monde : l'Australie elle-même n'est pas séparée des autres régions par des caractères aussi tranchés que ceux qu'on a voulu lui attribuer. Les montagnes déterminent pour les migrations des plantes et pour les limites des flores, aussi bien que pour les migrations des peuples, des séparations bien autrement profondes que les mers ; l'Oural et le Caucase sont des barrières infranchissables, tandis qu'autour de la Méditerranée se développe une flore partout identique avec elle-même. En somme, on pourrait diviser la terre en trois groupes parallèles, suivant les méridiens qui limitent à peu près l'Afrique, l'Asie et l'Amérique. Chacun de ces groupes serait lui-même divisé en parties homogènes au voisinage du pôle nord, en parties analogues partout ailleurs. On sait, en effet, et les explorations les plus récentes n'ont fait que confirmer les données antérieures, qu'autour du pôle nord se développe une flore parfaitement uniforme : ce sont partout les mêmes espèces ; il n'y a de variations que dans leur nombre, suivant l'étendue et le climat des terres que l'on considère. A mesure que l'on observe des domaines plus méridionaux, on voit, sous la même latitude, se multiplier le nombre des espèces spéciales. Il y a des différences notables entre la flore de la presqu'île scandinave, de la Russie du Nord, de la Sibérie asiatique ; ces différences s'accroissent si l'on considère la France, l'Allemagne centrale ou l'Autriche et le sud de la Russie : elles deviennent très profondes dans les domaines voisins des tropiques.

M. Drude relie, dans ce système général, l'Europe à l'Afrique et l'Australie à l'Asie. Un seul point lui paraît présenter une réelle difficulté au point de vue de ces limites régionales, c'est le nord-est de l'Afrique avec l'Arabie ; il la résout en faveur de l'Afrique, à laquelle il rattache le nord de l'Arabie, le Kurdistan et l'Afghanistan jusqu'au delà de l'Indus, et l'Anatolie jusqu'au Caucase et à la mer Caspienne.

Ce moyen de délimiter les grandes régions ne saurait pourtant être appliqué, à cause de la difficulté d'embrasser d'un coup d'œil des ensembles aussi vastes ; en outre, il romprait l'unité des flores et des faunes boréales. Devant cette difficulté, M. Drude pense que, dans

l'application, il vaut mieux distinguer cinq régions. La première, ou *région septentrionale*, la seule circompolaire, comprend toutes les terres arctiques, s'étend en Europe jusqu'à la région méditerranéenne, comprend toute la Sibérie, où sa limite méridionale oscille autour du 50<sup>e</sup> parallèle, et traverse l'Amérique entre 40<sup>o</sup> et 50<sup>o</sup> de lat. N. Cette région comprend sept domaines qu'il suffira de nommer ; ce sont les domaines : arctique, de l'Europe occidentale et moyenne (c'est, à fort peu de chose près, le domaine forestier de l'Europe occidentale, tel que le concevait Grisebach), des steppes de l'Europe orientale, de la Sibérie centrale, de la mer d'Okhotsk, de la Colombie et du Canada.

La France est presque entièrement comprise dans le second. M. Drude fait, en effet, passer la limite septentrionale de la région méditerranéenne au sud du plateau central, et ne modifie à cet égard les vues de Grisebach que pour comprendre le bassin de la Garonne dans la région méditerranéenne ; il se fonde pour cela sur ce fait que le *Quercus ilex* et quelques autres arbres verts prospèrent jusqu'à la Charente. Nous aurions bien des objections à faire à cette manière de voir ; il est incontestable que quelques plantes méditerranéennes remarquables par leur port ou leur taille prospèrent dans le bassin de la Garonne, et même jusqu'au nord de la Bretagne ; mais l'ensemble de la flore perd complètement le caractère méditerranéen au voisinage du col de Carcassonne. Là où cesse la culture régulière de l'Olivier, là aussi disparaissent une foule de plantes propres au pourtour de notre grande mer intérieure ; là disparaissent les Lavandes, le Romarin, le Thym, la plupart des Labiées aromatiques ; les Légumineuses diminuent considérablement. L'ensemble des arbres à feuilles persistantes est remplacé par la plupart des essences septentrionales à feuilles caduques, si bien que la physionomie du paysage suffit à révéler un changement profond dans les conditions climatiques. Nous croyons donc devoir maintenir, pour ce qui concerne l'ouest de la France, les limites généralement admises jusqu'ici.

La région méditerranéenne subit sur d'autres points, de la part de l'auteur, des modifications plus profondes et qui nous paraissent plus légitimes. Comme l'indique le nom de *boréo-subtropicale*, M. Drude considère cette région comme intermédiaire entre l'Europe moyenne et les forêts tropicales de l'Asie et de l'Afrique. Cette notion de la région méditerranéenne, plus étendue que celle de Grisebach, amène sa division en quatre domaines. Le premier comprend les Açores, les Canaries et Madère. Le deuxième, qui reçoit le nom d'atlantico-méditerranéen, comprend toute la péninsule ibérique, toute la partie de la France où

prospère le Chêne-vert, toute l'Italie, la Turquie et la Grèce, les rivages méridionaux de la mer Noire, les côtes de l'Anatolie, de la Syrie et de l'Égypte, et toute l'Algérie, y compris les hauts plateaux. Le domaine du sud-ouest de l'Asie est limité au nord par le Caucase et les rivages méridionaux de la mer Caspienne, par le versant sud de l'Himalaya; il comprend la plus grande partie de la vallée de l'Indus et les bords du golfe Persique. Enfin le Sahara et le nord de l'Arabie constituent le quatrième domaine méditerranéen; il est limité au sud par une ligne qui oscille entre les 15<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> parallèles.

M. Drude, on le voit, fait de la végétation du globe un tableau plus large que ceux qui l'ont précédé dans cette voie. Il consacre un des chapitres les plus importants de son travail à la flore de l'Océan. C'est la première fois qu'on essaie de synthétiser les données de la science sur ce point. Les phanérogames marines (Naradées) et les Algues sont les seuls documents que nous puissions consulter: leur distribution présente assez peu de différences pour que toutes les mers doivent être considérées comme formant une seule région botanique, la région de l'Océan. Quant à sa division en domaines, elle est fondée sur la comparaison des flores phanérogamique et cryptogamique. L'auteur en distingue trois groupes: 1<sup>o</sup> les domaines boréaux, divisés en domaines des côtes arctiques, que les recherches des botanistes suédois ont commencé à faire connaître, les domaines nord-atlantique et nord-pacifique; 2<sup>o</sup> les domaines tropicaux, comprenant les côtes méditerranéennes, tropico-atlantiques, indiennes et tropico-pacifiques (les phanérogames marines suffisent à elles seules à caractériser le domaine de l'Océan Indien); 3<sup>o</sup> les domaines austraux, se distinguant en domaine des mers d'Australie et domaine antarctique. On peut remarquer que les côtes qui se regardent appartiennent à un même domaine, alors même qu'elles sont séparées par des mers aussi étendues que l'Océan Pacifique: les côtes américaines situées au nord du cap Cod, près de Boston, offrent, d'après les recherches de M. Farlow, la plus grande ressemblance avec les côtes de la Norvège, au point de vue de la distribution des Algues marines; il n'est pas sans intérêt de rappeler à ce propos que les recherches de Sars ont démontré une uniformité vraiment étonnante dans la distribution des faunes entre ces deux côtes séparées par 85 degrés de longitude; cette uniformité de la faune n'intéresse pas seulement les animaux qui vivent sur les côtes aux faibles profondeurs; elle s'étend aux habitants des grands fonds. Autant qu'on en peut juger, la flore algologique des côtes du Japon est presque identique à celle de la Californie.

Nous ferons observer en terminant que la France, particulièrement privilégiée par le partage de son territoire en deux régions botaniques, ne l'est pas moins au point de vue des flores marines ; nos côtes atlantiques, comme celles de l'Espagne d'ailleurs, appartiennent au domaine nord-atlantique, tandis que les rivages méditerranéens se relient plus étroitement à la flore des mers tropicales.

**Les restes végétaux des sépultures égyptiennes**(1).— Les savantes études de M. Rhoné, les travaux de Mariette-Bey sont dès longtemps devenus classiques. L'exposition universelle de 1878 les a rendus populaires, en révélant à ce qu'on appelle volontiers aujourd'hui le grand public que, dans un coin de l'Afrique, et 4000 ans avant l'ère chrétienne, un grand peuple était arrivé à un degré de civilisation dont on se faisait à peine une idée.

Suivant l'expression de notre compatriote Mariette, le véritable révélateur de l'Égypte, « il n'est pas de pays qui ait fait davantage divaguer la raison humaine ». Tout semblait devoir contribuer à garantir les secrets des sphinx ; les siècles accumulés avaient couvert du voile de l'oubli les ruines les plus gigantesques que l'antiquité nous eût laissées ; longtemps les curieux avaient pu croire que les pyramides cachaient pour toujours à nos investigations un monde perdu dans la nuit des temps.

Quelques hommes se sont trouvés pourtant qui, affrontant les difficultés de la langue, les embarras suscités par la politique, oubliant les fatigues et méprisant les plus grands dangers, ont osé soulever le voile. Parmi eux et avant tous, il faut nommer Mariette. Dès 1848, nous le trouvons sur le sol sacré d'Osiris et d'Isis ; pendant douze années, il enrichit de ses trouvailles notre musée du Louvre, qui doit à ses investigations la meilleure part de ses richesses. Il avait découvert le Sérapéum, fouillé les plus anciennes pyramides, reconstitué l'histoire, l'art, la vie de l'Ancien-Empire ; mais, au bruit de ses découvertes de Thèbes, le vice-roi s'émut et Mariette dut renoncer à doter la France des documents que ses recherches incessantes mettaient au jour ; le musée égyptien de Boulaq fut fondé et notre compatriote, devenu Mariette-bey, en fut nommé directeur.

Il ne cessa pourtant de se montrer français avant tout, publia dans notre langue le résultat de ses recherches et assura à la vieille Égypte

(1) M. G. Schweinfurth. *Berichte der deutschen botanische Gesellschaft*, II, Livr. 7, pp. 351-371 (1884).

une place des plus remarquables dans notre exposition de 1867. En 1878, malgré des difficultés si grandes qu'elles avaient d'abord paru insurmontables, le gouvernement égyptien se décida, quelques mois à peine avant l'ouverture de l'exposition, à confier à la France les plus précieuses archives du musée de Boulaq.

Notre savant compatriote nous fut prématurément enlevé par la mort ; mais il avait jeté dans notre pays un germe qui devait porter ses fruits. Le Collège de France voyait se développer une brillante école d'égyptologie autour d'un jeune maître, M. Maspero ; celui-ci n'hésita pas à recueillir l'héritage de Mariette, et accepta la difficile mission de fonder et de diriger l'École française égyptienne. Sous son active impulsion, les découvertes s'accumulèrent ; des fouilles et des voyages, des explorations de plus en plus étendues, suscitées par l'étude des anciens historiens et géographes, aussi bien que par la sagacité du savant professeur, ajoutèrent aux documents déjà accumulés tant de matériaux nouveaux, que nous pouvons espérer connaître bientôt l'histoire de l'antique Égypte comme nous connaissons celle de la Grèce et de Rome.

Nous ne nous arrêterons pas pourtant sur l'ensemble des documents fournis par tant de siècles ; on nous accuserait avec raison d'incompétence ; aux archéologues, aux historiens, aux artistes appartient leur étude et leur histoire.

Nous demeurerons dans notre rôle, bien restreint, il est vrai, pour donner quelques curieux détails sur la botanique de cette époque reculée. Un savant allemand, bien connu par ses curieuses recherches, M. Schweinfurth, aidé des conseils de M. Maspero, vient de publier une fort remarquable étude sur les restes végétaux trouvés dans les sépultures des rois et d'autres personnages.

On sait qu'avant l'époque où les études égyptologiques prirent le caractère positif qu'elles ont aujourd'hui, des savants, ou plutôt des touristes furent victimes de fréquentes mystifications au sujet de graines de pareille provenance. C'est ainsi que des grains de Blé, des grains de Maïs, préalablement enfumés et noircis, étaient vendus par des guides comme extraits des tombeaux ; la supercherie fut bientôt découverte. On sait, en effet, d'une façon positive, grâce aux investigations de M. A. de Candolle, que le Maïs est originaire d'Amérique, et qu'il a, par conséquent, été transporté dans l'ancien monde à une époque relativement très récente. Le plus souvent aussi, lorsque l'authenticité des débris était certaine, leur date réelle et leur provenance exacte n'étaient pas connues.

Il s'agit aujourd'hui de documents dont l'âge peut être fixé ; non que l'on puisse préciser l'année de leur dépôt ; mais on sait sous le régime de quelle dynastie, à la mort de quel roi ils ont pris place dans les sépultures. Les études récentes ont jeté beaucoup de lumière sur les documents divers que l'on trouve dans les sépultures égyptiennes ; ce sont tantôt des objets symboliques offerts en sacrifice, tantôt des aliments, des fruits, du blé, des médicaments ; on peut y recueillir aussi de précieuses indications sur les matières textiles employées alors, sur les bois dont on faisait usage, parmi lesquels jusqu'ici on n'a pas trouvé quelques-unes des espèces les plus répandues de nos jours en Égypte ou dans les pays voisins, le Cyprés, par exemple, que quelques érudits considèrent comme étant le Cèdre de la Bible. Notons en passant que nos musées renferment des sculptures sur bois remarquablement conservées.

Les renseignements les plus précieux sur la flore de l'ancienne Égypte nous sont fournis par les bouquets renfermés dans les sarcophages, par les guirlandes dont on entourait les corps, par les couronnes qu'on posait sur la tête des grands personnages. Tous ces ornements, destinés à occuper le faible espace ménagé entre le corps et la paroi du sarcophage, ne pouvaient avoir une grande épaisseur : ils sont formés de feuilles coriaces (de *Mimusops* surtout), pliées d'une façon particulière et toujours de la même manière, sur lesquelles on fixait, au moyen de fines lanières de feuilles de Dattier, les fleurs ou les pétales destinés à les garnir. Il est très remarquable que, grâce aux conditions favorables des sépultures égyptiennes, ces restes végétaux soient en général aussi bien conservés que les documents de nos vieux herbiers ; ils ont été rarement atteints par les moisissures, et ils reprennent leurs formes, sous l'action de l'eau, comme des échantillons desséchés depuis quelques jours ; beaucoup de fleurs ont même conservé presque intact leur brillant coloris, et l'on a pu obtenir une belle dissolution de chlorophylle au moyen de feuilles de Melon d'eau.

Ces découvertes n'ont pas seulement un intérêt de curiosité : elles permettent d'affirmer que, depuis quarante siècles, les espèces dont on a trouvé des restes n'ont subi aucune transformation, puisqu'il a été possible d'établir l'identité spécifique absolue de chacune d'elles avec des espèces actuellement vivantes ; toutes, d'ailleurs, n'appartiennent pas à la flore actuelle de l'Égypte. Les documents botaniques des sépultures prouvent une fois de plus, qu'à cette époque reculée, l'horticulture était en honneur chez les Égyptiens. On sait, par exemple, d'une façon positive, que des espèces étaient alors déjà introduites des Indes et d'autres pays éloignés.

M. Schweinfurth a pu déterminer 46 espèces, parmi lesquelles deux Nénuphars, un Pavot, un *Delphinium*, le Grenadier, plusieurs Citrouilles, la Vigne, la Fève, une Chrysanthème, la Menthe poivrée, l'Olivier, le Figuier, l'Orge, le Blé.

Dans aucune des anciennes sépultures, on ne trouve de traces du *Nelumbium*. Hérodote est le premier auteur qui le signale en Égypte, et il y était devenu très commun pendant la domination romaine ; il paraît très vraisemblable que cette plante a été importée de Perse en Égypte. L'Olivier, le Dattier, l'Orge, le Blé, y étaient cultivés, on le sait, dès la plus haute antiquité.

C. F.

---

## SCIENCES INDUSTRIELLES

---

**L'industrie du zinc en Espagne.** — L'Espagne compte parmi les principaux pays producteurs de minerai de zinc. Les exploitations les plus importantes se trouvent dans la province de Santander. Il en existe aussi un grand nombre dans les provinces de Murcie, d'Almería, de Grenade, etc.

*Province de Santander.* — Les Picos de Europa, montagnes constituées de calcaire carbonifère et atteignant une altitude de 2700 mètres, renferment de nombreux gisements de minerai de zinc.

Le plus important est celui d'Andosa. C'est une série de filons parallèles, dirigés du S.-E. au N.-O. sur une longueur de plusieurs kilomètres, et dont la puissance varie de quelques centimètres jusqu'au delà de 10 mètres. Le zinc s'y rencontre principalement à l'état de calamine, d'une teneur de 40 à 45 p. c. Ce minerai est blanc ou légèrement coloré par l'oxyde de fer ; sa structure est généralement compacte, quelquefois lamellaire ou caverneuse. On trouve aussi de la blende cristallisée, de couleur brun foncé ou jaune, renfermant 58 à 65 p. c. de zinc. On suppose que le dépôt de blende a été produit par une irruption hydrothermale dans les fissures du terrain, et que la calamine résulte de la décomposition de la blende.

Les mines, situées à une hauteur de 2000 à 2300 mètres, sont couvertes de neige pendant la moitié de l'année. L'extraction se fait par puits et galeries. Le minerai est transporté par charrettes à l'usine

de calcination, située en contrebas. La calamine en roche est calcinée sur des piles de bois de 2 mètres de hauteur : le produit calciné renferme en moyenne 58 à 60 p. c. de zinc. Les menus sont traités dans des fours à réverbère chauffés au bois, et donnent en moyenne 52 p. c. de zinc.

Des charrettes transportent la calamine calcinée et la blende crue au port le plus voisin, à une distance de 42 kilomètres. Des voiliers chargent ce minerai en destination de la Vieille-Montagne (Belgique).

Le gisement d'Aliva, situé à 4 kilomètres du précédent, fournit du minerai analogue ; la blende y prédomine.

Le prix de revient de la calamine calcinée, rendue au port d'embarcation, est de 75 francs la tonne.

800 ouvriers sont occupés à ces travaux. La campagne n'y est que de 5 mois. La production monte à 7000 tonnes de calamine crue et 1500 tonnes de blende.

Les autres exploitations du district de Picos ont moins d'importance.

Cette région a fourni depuis 20 ans environ 100 000 tonnes de minerais. Ceux-ci sont du reste, avec ceux du Laurium, les plus riches que l'on connaisse.

Dans la partie de la province de Santander correspondant à la formation crétacée, on rencontre également de nombreuses mines de zinc. Le minerai est de la calamine colorée par de l'oxyde de fer ; il se trouve au contact de roches dolomitiques enclavées dans le calcaire crétacé.

Citons entre autres le gisement de Reocin, le plus riche de la province, exploité par la Société royale asturienne. Le calcaire crétacé forme en cet endroit un bassin de 3 kilomètres de long et d'une largeur variant de quelques mètres à 300 mètres. La calamine s'y rencontre à partir d'une faible profondeur, en roche ou en petits fragments disséminés dans une terre argilo-ferrugineuse. L'exploitation se fait à ciel ouvert, à 4 niveaux différents ; des locomotives sont affectées au transport du minerai et des stériles, ces derniers constituant à peu près les 9/10 des terres enlevées. La calamine en roche va aux fours de calcination ; les terres calaminaires, aux lavoirs. Les fours et les lavoirs sont situés à 2 ou 3 kilomètres des mines. Le minerai en roche est calciné dans 7 fours à cuve ; les menus, dans 14 fours à réverbère. Les menus calcinés sont traités à l'aide de la machine électromagnétique de Siemens, pour la séparation du fer. Le lavage des terres s'effectue par une méthode très perfectionnée, et donne 40 p. c. de

produits lavés. Une voie ferrée de 10 kilomètres relie les usines au port de Requejada, où le minerai est embarqué pour Avilès ou pour Dunkerque.

La production annuelle de minerai calciné est, depuis 20 ans déjà, d'environ 24 000 tonnes, dont 18 000 venant des lavoirs. Le minerai en roche calciné renferme 55 à 58 p. c. de métal ; son prix de revient est de 45 fr. environ. Les terres calaminaires ont une teneur en zinc de 45 à 58 p. c. ; elles coûtent 58 fr. Voici comment s'établit ce dernier prix de revient :

Extraction (33,33 tonnes de terres)	fr.	33	33
Préparation mécanique	—	7	»
Calcination	—	8	»
Séparation du fer	—	2	»
Transport et embarquement	—	1	»
Redevance de fr. 2,50 par tonne crue	—	3	46
Frais généraux	—	3	21
			58

Le gisement de Mercadal, voisin du précédent, a une allure tout à fait semblable ; mais il est beaucoup moins étendu et aujourd'hui presque épuisé. Il produit annuellement, depuis 20 ans, 2000 à 3000 tonnes calcinées, qui sont expédiées à la Vieille-Montagne.

Un autre groupe de mines, celui d'Üdias et Oreña, porte sur des amas irréguliers de calamine. Il appartient en grande partie à la Société de Santander et Quiros et à la Compagnie asturienne. La production est fort limitée.

Enfin la Société de Santander et Quiros exploite, à la limite du terrain créacé, les gisements de La Florida, formés de 3 couches parallèles, d'une puissance de 1<sup>m</sup>,50 à 2<sup>m</sup>,00. On en retire environ 1500 tonnes par an.

*Province de Murcie.* — La Sierra de Carthagène, formée de schistes et de calcaires permien, renferme d'une part, dans le calcaire, de puissants amas de calamine ; d'autre part, à la partie supérieure des schistes, une couche de blende d'épaisseur variant de 1 à 8 mètres.

Les gites calaminaires sont à peu près épuisés. Il en est, par exemple celui de la mine Tetuan, qui ont produit plus de 80 000 tonnes, donnant après calcination 53 p. c. de zinc.

La blende est aujourd'hui exploitée, dans la partie ouest de la Sierra, sur une zone d'une étendue de 1 kilomètre carré environ. Le minerai est mélangé de galène et de schiste. Sa composition moyenne est la suivante :

Silice	12,50 p. c.
Zinc	26 » —
Fer	19,75 —
Plomb	6,20 —
Soufre	32,80 —
Alumine	2,75 —
	<hr/>
	100,00 —

Le traitement métallurgique de ce minerai offre assez de difficultés.

La production annuelle, qui était en 1873 de 30 000 tonnes, est descendue en 1882 à 11 000 tonnes.

*Province d'Almería.* — Dans les roches éruptives du Cabo de Gata, on rencontre d'importants amas de calamine très riche, dont l'exploitation, un moment assez considérable (6500 tonnes en 1876), s'est aujourd'hui ralentie (1).

Il n'existe en Espagne qu'une seule fonderie de zinc : c'est celle d'Arnao, près d'Avilès, en Asturies, appartenant à la Société royale asturienne. Cette usine possède 22 fours de réduction du système belge, 154 chevaux-vapeur de force motrice, des laminoirs, des fours de grillage pour la blende, etc. En 1881, elle a employé 320 ouvriers au traitement de 13 000 tonnes de minerai ; sa production a été de 4910 tonnes de zinc, dont 2125 de zinc laminé.

L'exportation de minerais de zinc espagnols a été en 1881 de 39 774 tonnes, principalement vers la Belgique et la France. Elle avait été de 413 583 tonnes en 1870 ; depuis cette date elle n'a cessé de baisser : et cette baisse continuera probablement, si le prix du zinc ne se relève pas (2).

**Les machines à vapeur du système Honigmann.** — La source de chaleur utilisée pour la vaporisation de l'eau est ici, non plus la combustion de la houille, mais l'absorption de la vapeur de décharge par une solution concentrée de soude caustique. Il se produit en effet, à la suite de cette absorption, un dégagement de chaleur considérable, dû à la fois à la condensation de la vapeur et à la formation d'hydrates

(1) Il existe encore dans les provinces d'Almería, de Grenade et de Murcie, notamment dans la Sierra de Gador, dans la Sierra Algamilla, ainsi qu'aux environs de Guadix, de Baza, de Oria et de Lorca, un grand nombre d'autres gisements de calamines, restés inexploités jusqu'ici à cause de la difficulté des transports : c'est ce que nous avons eu l'occasion de reconnaître nous-même durant notre séjour dans ce pays.

(2) *Génie civil.*

sodiques. La chaudière, contenant de l'eau surchauffée et fournissant la vapeur au cylindre, est placée à l'intérieur d'une autre chaudière renfermant la solution sodique et communiquant avec la décharge du cylindre ; la chaleur que l'eau surchauffée tend à perdre lui est ainsi restituée par la solution de soude ; et cette action se continue jusqu'à ce que la solution sodique, s'étant diluée progressivement, devienne susceptible d'entrer en ébullition à la température de la vapeur qui y afflue, et pariant incapable d'absorber cette vapeur.

Au lieu de soude caustique, on peut employer la potasse caustique ou d'autres liquides dont le point d'ébullition est fort élevé.

Le tableau ci-après indique les points d'ébullition des solutions de soude de concentration diverse, et les tensions de vapeur correspondantes :

Solutions de soude		Points d'ébullition	Tensions de vapeur
100	NaHO + 10 H <sub>2</sub> O	256° C.	—
—	+ 35 —	192° 5 —	12, 1 atmosphères.
—	+ 60 —	166° —	6, 1 —
—	+ 85 —	151° 5 —	3, 9 —
—	+ 120 —	136° —	2, 2 —
—	+ 160 —	126° —	1, 35 —
—	+ 200 —	126° —	0, 95 —
—	+ 300 —	110° 3 —	0, 40 —
—	+ 450 —	106° —	0, 27 —

Supposons que la machine doive recevoir de la vapeur fournie par l'eau à une température de 166° (tension de 6 atmosphères). La chaudière à soude sera remplie, par exemple, d'une solution ayant pour point d'ébullition 190°. La machine pourra fonctionner jusqu'à ce que ce point d'ébullition soit descendu à 166°. Alors il sera nécessaire de remplacer la solution sodique, devenue trop diluée, par une nouvelle solution concentrée (à moins de réduire la tension de la vapeur dans le cylindre). L'économie du système est mesurée par la différence entre la chaleur nécessaire pour entretenir la solution sodique au degré de concentration voulu et celle qu'exigerait la vaporisation directe comme dans la méthode ordinaire.

Des expériences ont été faites dès la fin de 1883, et se continuent à Grevenberg (Aix-la-Chapelle) avec des machines du système Honigmann : elles ont donné des résultats très favorables. Les opérations s'exécutent avec régularité. La condensation de la vapeur

d'échappement se fait avec promptitude et perfection. L'échauffement de la solution sodique et la transmission de la chaleur à l'eau ont lieu rapidement, de façon que la tension de vapeur dans le générateur reste sensiblement constante. La différence de température entre la solution sodique et l'eau est faible, si les appareils sont disposés de manière à ce que la surface de chauffe soit assez grande. La chaudière à soude, n'ayant à supporter aucune pression, n'offre pas de difficultés de construction ; elle peut être fermée ou ouverte. La faible différence de température à l'intérieur des appareils, ainsi que la régularité du fonctionnement, donnent au procédé une grande sécurité. Enfin ces machines ne dégagent ni fumée, ni vapeur ; et elles ne font aucun bruit.

La concentration de la solution sodique par l'évaporation entraîne une moindre consommation de combustible que la production directe de la vapeur. Une même solution de soude caustique peut servir très longtemps ; néanmoins elle s'altère peu à peu par suite de la présence de composés du fer, d'acide carbonique, etc. Du reste, le prix de cette matière n'est que de fr. 37,50 les 100 kilos. La soude caustique, à une température élevée, attaque quelque peu la fonte et surtout le fer des chaudières ; mais cette action n'est pas trop rapide et ne paraît pas constituer un inconvénient bien grave.

On a reconnu qu'une solution sodique renfermant 20 à 25 p. c. d'eau, et entrant en ébullition vers 210 degrés, est celle qui convient le mieux dans la pratique. L'eau d'alimentation, étant alors introduite dans la chaudière à une température de 80° à 90°, acquiert rapidement une tension de 4 à 5 atmosphères.

Les principaux cas où le procédé Honigmann semble appelé à recevoir des applications sont ceux où il convient de supprimer la décharge de vapeur, le bruit ou les dangers des machines ordinaires, notamment dans les exploitations souterraines, sur les tramways et les bateaux à vapeur, pour les petits travaux d'atelier ou d'intérieur, etc.

On est en train d'essayer ce système en divers endroits, entre autres à Berlin sur une ligne de tramways, sur un steamer de la Compagnie à vapeur de Berlin et dans plusieurs charbonnages allemands. On annonce qu'il fonctionnera dans le courant de cette année à l'exposition d'Anvers (1).

Épuration des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur. — M. H. Stollwerk, de Cologne, épure l'eau d'alimentation au moyen de

(1) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.*

la vapeur du générateur, dans un appareil annexé à ce dernier. Cet appareil, qui est breveté, comprend deux chaudières cylindriques de 3<sup>m</sup> 50 de longueur et 0<sup>m</sup> 80 de diamètre, installées dans une position un peu inclinée au-dessus du générateur. L'eau d'alimentation, chauffée à 80° environ, passe successivement par les deux chaudières. Elle y rencontre d'abord un jet de vapeur qui en élève subitement la température, puis des tôles perforées disposées verticalement. Elle abandonne à celles-ci les matières salines incrustantes qu'elle tenait en dissolution ; et elle arrive ainsi épurée au générateur.

Ce système est appliqué déjà avec un entier succès à des chaudières représentant une force de 2000 chevaux : chaudières à bouilleurs, chaudières à foyers intérieurs et chaudières tubulaires. Il est également efficace avec des eaux de nature diverse, même avec celles qui renferment beaucoup de sulfate de chaux. Il paraît applicable aux chaudières de bateaux, en ayant soin d'éliminer le sel marin par le robinet purgeur des chaudières.

Des expériences viennent encore d'être faites à l'usine de MM. Stollwerk frères, en présence d'ingénieurs venus de divers pays, sur des chaudières tubulaires du type Roat munies de l'appareil épurateur en question, et fournissant d'une manière continue une force motrice de 400 chevaux. Avant qu'on ne fit usage de l'épurateur, les rangées de tubes inférieures devaient être nettoyées toutes les 4 ou 5 semaines. Maintenant, il y a trois ans que l'on n'a procédé à aucun nettoyage de tubes : et, le jour des expériences, les dépôts des appareils d'épuration n'avaient pas été retirés depuis 15 semaines. Les tôles ont été trouvées couvertes d'incrustations assez faciles à enlever et, entre les tôles, il y avait un abondant dépôt de matières grenues : le dépôt de la première chaudière épuratrice pesait 443<sup>k</sup>, et celui de la seconde 136<sup>k</sup>. Quelques-uns des tuyaux des chaudières ont été ouverts et reconnus, de même que les tampons de fermeture, parfaitement exempts d'incrustations.

Tout le monde connaît les avantages résultant de l'emploi d'eaux pures dans les générateurs de vapeur : durée plus longue de ceux-ci, économie de combustible, vaporisation plus active, marche plus régulière, sécurité plus grande. Une infinité de moyens ont été préconisés déjà pour l'obtention de ces résultats. Les uns sont trop compliqués ou d'exécution trop coûteuse : les autres ont l'inconvénient d'introduire dans la chaudière des matières plus ou moins nuisibles. Le procédé Stollwerk est remarquable par sa simplicité, et il paraît être réellement efficace (1).

(1) *Kölnische Zeitung*.

Les nouveaux alliages métalliques destinés aux usages industriels.— *Bronze phosphoreux*.— La plupart des alliages utilisés dans la construction des machines ont pour base le cuivre. Or ce métal s'oxyde avec facilité ; et l'oxyde de cuivre, se dissolvant dans les métaux fondus, altère la résistance de l'alliage. On a donc pensé qu'il serait utile d'introduire dans celui-ci un élément réducteur, tel que le phosphore, le silicium, le manganèse, etc.

Le phosphore est un des corps les plus avides d'oxygène que l'on connaisse ; mais, en trop grande quantité, il rend les métaux fragiles ; il ne peut donc être employé dans les alliages qu'en faible proportion, de façon à être éliminé presque totalement à la suite de l'oxydation.

Le bronze phosphoreux, fabriqué en Angleterre depuis 1873 par la Phosphor Bronze Company, se compose principalement de cuivre, étain et phosphore. Suivant les proportions relatives de ces corps, l'alliage est ductile, résistant ou dur ; et il peut s'élaborer en feuilles, en fils ou en moulages. La fusion s'effectue dans des creusets en plombagine neufs, en ajoutant à la charge, pour éviter l'oxydation, quelques morceaux de charbon de bois. Pour les moulages, la coulée se fait lorsque le métal est refroidi jusqu'au point voisin de sa solidification. La grande fluidité du bronze phosphoreux permet d'obtenir des moulages sans soufflures ni cavités : de là l'usage si répandu de ce bronze pour les coussinets. Il résulte d'ailleurs d'expériences nombreuses, faites notamment par le Grand-Central belge sur des coussinets d'essieux de wagons, que l'usure des coussinets en bronze phosphoreux est beaucoup (5 à 6 fois) moins rapide que celle des coussinets en bronze ordinaire, en métal blanc ou en plomb dur ; et le prix du bronze phosphoreux pour coussinets n'est pas de beaucoup supérieur à celui des alliages précités (1).

Ce métal ne prend pas la structure cristalline sous l'influence de chocs répétés ; il convient donc très bien comme métal anti-friction. Ne se brisant pas sous des flexions répétées, il est précieux pour la fabrication des câbles métalliques. Sa facilité d'oxydation n'est que la moitié de celle du cuivre ; il résiste un temps double à l'action corrosive des acides, de l'eau de mer, etc. Il possède aussi une grande ténacité. Voici les résultats d'essais à la traction du bronze phosphoreux ordinaire comparés à ceux d'autres métaux.

(1) Le bronze phosphoreux pour coussinets coûte fr. 4,40 à 4,50 ; le bronze ordinaire, fr. 3,25 à 3,35 ; le métal blanc, fr. 3,70 ; le plomb dur, fr. 1,45.

<i>En fils non recuits de 4<sup>m</sup> de diam.</i>	<i>Charge de rupture en kilogr. par 1<sup>m</sup> carré.</i>
Bronze phosphoreux	70 à 112
Cuivre	44
Laiton	56
Acier ordinaire	84
Fer galvanisé	45 à 46

Pour la fabrication du bronze phosphoreux destiné aux moulages, M. Otto, de Darmstadt, incorpore dans l'alliage bronzé une certaine proportion (1/4 à 1/2 p. c. environ) de *cuivre phosphoreux*, renfermant 15 ou 16 p. c. de phosphore.

On a aussi eu l'idée d'introduire le phosphore dans le bronze sous forme d'*étain phosphoreux*.

Avec du *bronze plombeux et phosphoreux*, on fait, paraît-il, des coussinets très résistants et ne s'échauffant pas, même lorsqu'on supprime absolument le graissage.

*Bronze siliceux*. — Le silicium a une action désoxydante moindre que le phosphore; mais il augmente la ténacité de l'alliage au moins autant que ce métalloïde, et il altère moins la conductibilité électrique. Voici les résultats d'expériences comparatives :

	Résistance à la traction	Résistance électrique en ohms par kilom.
Cuivre pur	27 k 400	20,5
Bronze siliceux télégraphes	44 500	21,5
— téléphones	75 »	64 »
Bronze phosphoreux téléphones	71 »	77 »
Fer de Suède galvanisé	35 500	135 »

*Bronze manganésé*. — Ce métal, ainsi que le métal Delta dont nous parlerons tout à l'heure, renferme du fer ou du manganèse en quantité plus ou moins grande. L'addition de fer aux alliages de cuivre, étain et zinc, augmente généralement la résistance et la dureté, mais diminue souvent la ductilité. On substitue aujourd'hui au moins en grande partie, dans ces alliages, le manganèse au fer.

Le *cupro-manganésé*, alliage à 75 de cuivre et 25 de manganèse, est la forme sous laquelle, dans la méthode de M. Manhès, de Lyon, le manganèse est introduit dans l'alliage bronzé, au moment de la formation de ce dernier. Le manganèse réduit l'oxyde de cuivre qui peut s'être formé; et l'oxyde manganésé qui en résulte, se combinant avec la silice fournie principalement par les parois du vase où s'effectue la fusion, surnage sous forme de scorie.

M. Parsons ajoute, à l'alliage cuivreux qu'il veut transformer en

bronze manganésé, du *ferro-manganèse*, alliage renfermant 50 à 85 p. c. de manganèse, 43 à 8 p. c. de fer, 6 p. c. de carbone et 1 p. c. de silicium. Quelquefois ce ferro-manganèse est appauvri par suite de l'addition de morceaux de fer, faite en vue d'éliminer le silicium : et il ne contient plus alors que 40, 30, 20 ou même 10 p. c. de manganèse. On choisit les teneurs les plus fortes en manganèse pour les alliages où il y a plus de zinc que d'étain, et les teneurs les plus faibles pour ceux où l'étain prédomine : et la proportion de ferromanganèse ajoutée à l'alliage bronzes varie de 2 à 4 p. c. du poids de celui-ci.

La Manganese Bronze and Brass Company, en Angleterre, fabrique cinq types principaux de bronze manganésé. Le n° 1 peut être élaboré en barres, feuilles, clinquants, tubes, fils : sa charge de rupture est de 44 à 62 kilos. Le n° 2 sert pour les moulages sous pression de cylindres hydrauliques, pièces d'artillerie, etc. ; charge de rupture : 50 à 55 kilos. Le n° 3 convient pour les engrenages, les boîtes à graisse, les cloches, les statues, les hélices de navires ; les n°s 4 et 5, pour les coussinets, les tiroirs de machines et autres pièces à friction. Pour tous ces usages, le bronze manganésé possède des qualités qui le rendent supérieur au bronze ordinaire et à l'acier.

*Métal Delta.* — Cet alliage, inventé tout récemment par M. Dick, est obtenu en incorporant à du cuivre ou à du laiton un alliage de fer et zinc saturé de fer, avec addition d'une petite quantité de phosphore, ainsi que de manganèse, d'étain ou de plomb. Le métal Delta est très fluide ; il donne des moulages sains et à grains fins. Il peut se travailler à froid comme à chaud. A chaud, il s'étampe très bien. Il ne se rouille que très peu. Il est beaucoup plus résistant que le bronze ordinaire : sa charge de rupture à la traction est de 58<sup>k</sup>400. On l'emploie pour les pièces de fusils, de torpilles, de vélocipèdes ; pour les outils servant à la fabrication de la poudre à canon ; pour les pistons plongeurs, les tiges de pompes ; pour les navires, etc.

*Bronze d'aluminium.* — L'alliage de cuivre et d'aluminium est connu depuis 1867. Pour la préparation de l'aluminium, l'Aluminium Crow Metal Company suit maintenant le procédé suivant, qui est dû à M. Brewster. L'alun réduit en poudre est mélangé avec 1/4 de son poids de goudron, chauffé dans un four à réverbère, puis porté au blanc en présence d'un jet de vapeur d'eau et d'air dans des cylindres verticaux. Le soufre est éliminé ; il reste un mélange d'alumine et de potasse. Celle-ci est enlevée par le lessivage. L'alumine, mélangée de charbon de bois et de sel, est transformée en chlorure aluminique, et enfin réduite par le sodium métallique.

Le bronze d'aluminium est malléable, ductile, peu oxydable : sa résistance à la traction est de  $66^k$  par  $1 \text{ m}^2$  carré. Malheureusement le prix de cet alliage est encore fort élevé.

*Silvéroïde et bronze de cobalt.* — Ces deux alliages sont de l'invention de M. H. Wiggin.

Le silvéroïde est un mélange de cuivre, nickel, étain, zinc et plomb. Blanc, brillant, d'un grain fin, susceptible d'un beau poli, il est employé aux ouvrages de luxe, notamment dans la robinetterie.

Le bronze de cobalt est plus blanc encore que le silvéroïde, dur, très résistant, se polissant très bien. Son prix est relativement élevé, et il ne s'emploie que pour les objets de luxe (1).

**Le prix de revient des machines en France et dans les autres pays producteurs.** — Les principaux facteurs de ce prix sont le prix de la houille, le taux de la main-d'œuvre, les frais de transport, les frais généraux et la rémunération du capital.

Pour fabriquer une tonne de fer, il faut environ 4 tonnes de houille. Or celle-ci coûte sur le carreau de la mine :

En France, environ	Fr. 11 00
En Angleterre et en Allemagne	5 à 6

La houille française est moins pure ; la proportion de cendres y est le double de celle que l'on rencontre dans les houilles anglaises et allemandes. Il en résulte pour la France, du chef du combustible, une surcharge de 30 à 40 francs par tonne de métal ouvré, ou de 3 à 7, 5 p. c. du prix de revient.

Un ouvrier mécanicien est payé en moyenne :

En France et en Angleterre	Fr. 4,25	par jour.
En Belgique	3,70	—
En Allemagne	3,15	—

L'écart en défaveur de la France par rapport à l'Allemagne est de 34 francs environ, ou de 7, 7 p. c. du prix de revient.

Les forges françaises sont loin des mines de houille et de fer. Les forges anglaises sont généralement situées près des houillères et des ports. L'Allemagne se trouve aussi dans de bonnes conditions relativement à la proximité des houillères ; et les arrivages de minerais par Anvers ou par Rotterdam s'effectuent d'une façon assez avantageuse.

(1) D'après une communication de M. Perry Nursey à la *Société des ingénieurs civils de Londres*.

Bref, au point de vue des transports, la France subit encore une surcharge qui peut s'évaluer à 2 ou 3 p. c. du prix de revient.

Les frais généraux sont beaucoup moins élevés en Angleterre et en Allemagne qu'en France, où les charges et les impôts sont plus onéreux et où l'outillage est moins perfectionné.

Quant à la rémunération du capital, c'est en Angleterre qu'elle est la moindre, et en Allemagne qu'elle est la plus forte.

En résumé, les produits français subissent, relativement aux produits allemands et anglais, une surcharge totale de 13 à 16 p. c. Ils jouissent d'un droit protecteur de 7 ou 8 p. c. seulement.

Pour l'exportation, la France trouve dans l'élévation des frais de transports sur les chemins de fer français une nouvelle cause d'infériorité.

Voici quels sont, en France, les prix de revient approximatifs des diverses catégories de machines :

Locomotives	le kilo	fr.	1,54
Tenders	—	—	0,92
Générateurs à bouilleurs	—	—	0,48
— tubulaires	—	—	0,75
Machines à vapeur de 30 chevaux	—	—	0,87
— 200 à 250	—	—	0,86
Pompes centrifuges	—	—	0,72
Petites machines-outils	—	—	1,31
Machines-outils ordinaires	—	—	0,80 (1).

J.-B. ANDRÉ.

## PALÉONTOLOGIE

**Rhinocéros vivants et fossiles (2).** — Le Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles ayant acquis, dans ces derniers temps, une quantité assez considérable d'ossements de rhinocéros quaternaires et

(1) D'après une communication de M. Périssé à la *Société des ingénieurs civils de Paris*.

(2) G. Cuvier. *Recherches sur les ossements fossiles*. 4<sup>e</sup> édit., t. III, p. 1 et pl. 39-57; pl. 201 (fig. 1-4).

R. Owen. *Odontography*, London 1840-45, p. 596.

W. Kowalevsky. *Monographie der Gattung Anthracotherium und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Huftiere*. PALÆONTOGRAPHICA, 1876.

l'examen rapide de ces restes m'ayant conduit à des résultats nouveaux, qui feront l'objet d'une communication à la *Société scientifique*, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de résumer ici, au moins dans ses grands traits, l'état actuel de nos connaissances sur ces curieux animaux. Dans ce but, je diviserai la présente notice en trois sections :

I. — Coup d'œil d'ensemble sur la famille des *Rhinocerotidae*.

II. — Description succincte de quelques types remarquables.

III. — Phylogénie.

I. — Je ne saurais donner une meilleure idée du groupe qui nous occupe qu'en offrant aux lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* le tableau ci-contre, composé à l'aide des travaux les plus récents.

O. C. Marsh. *Introduction and Succession of Vertebrate Life in America*. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (Silliman), 1877, t. XIV, p. 360.

A. Gaudry. *Les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires*. Paris, 1878, p. 44.

J.-F. Brandt *Versuch einer Monographie der tiehorhinen Nashörner, etc.* MÉM. ACAD. ST-PÉTERSBOURG, 1877.

— *Mittheilungen über die Gattung Elasmotherium, etc.* IBID., 1878.

— *Tentamen synopsis Rhinocerotidum viventium et fossilium.* IBID., 1878.

E. D. Cope. *On the extinct American Rhinoceroses and their allies.* AMERICAN NATURALIST, 1879, p. 771 a.

— *The genealogy of American Rhinoceroses.* IBID., 1880, p. 610.

— W. Kowalevsky *on Elasmotherium.* IBID., 1882, p. 72.

NOTES DU TABLEAU (p. 295).

(1) E. D. Cope. *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 a.

(2) Je désigne, sous ce nom, l'*Aecrotherium* trouvé à Pikermi par M. Gaudry, et qui manque d'incisives inférieures (*Mammifères tertiaires*, pp. 51 et 62, fig. 46).

(3) E. D. Cope. *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 f.

(4) E. D. Cope. *Genealogy of American Rhinoceroses*, p. 611.

(5) E. D. Cope. *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 b.

(6) E. D. Cope. *Ibid.*, p. 771 b [*Rhinoeerus*].

(7) E. D. Cope. *Ibid.*, p. 771 b.

(8) E. D. Cope. *A new Genus of Rhinocœrontidae.* AMERICAN NATURALIST, 1880, p. 540.

(9) E. D. Cope. *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 b.

(10) E. D. Cope. *Ibid.*, p. 771 b.

(11) J. F. Brandt. *Tentamen*, p. 63.

(12) E. D. Cope. *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 b.

## RHINOCÉROTIDÆ.

SOUS-FAMILLES.	INCISIVES ET CANINES	CORNES.	SEPTUM NASAL.	TÉGUMENTS	GENRES.	ÂGE.	PATRIE
ACÉROTHERIINÆ 4 — 3. (14)	$\frac{2}{1} + \frac{0}{1}$	0.	Cartilagineux.	?	<i>Acerotherium</i> (1).	Miocène.	Ancien monde.
II. III. IV. V — II. III. IV. $m = \frac{7}{7}$ . (15)	$\frac{2}{0} + \frac{1}{0}$	0.	id.	?	<i>Colobotermodon</i> (2).	Miocène.	Ancien monde.
RHINOCÉROTINIINÆ.	$\frac{3}{2} + \frac{1}{0}$	Cn. (16)	id.	?	<i>Zalabis</i> (3).	Pliocène.	Ancien monde.
3 — 3	$\frac{2}{1} + \frac{1}{0}$	0.	id.	?	<i>Cœnopus</i> (4).	Miocène.	Nouveau monde.
II. III. IV — II. III. IV.	$\frac{1}{1} + \frac{1}{0}$	0.	id.	?	<i>Aphelaps</i> (5).	Miocène.	Nouveau monde.
$m = \frac{7}{7}$ ou $\frac{7}{6}$	$\frac{1}{1} + \frac{1}{0}$	Cn.	id.	Rugueux, plissés et sans poils.	<i>Rhinoceros</i> (6).	Actuel.	Ancien monde.
	$\frac{1}{1} + \frac{1}{0}$	Cn + Cr (17)	id.	Plis plus faibles ; poils.	<i>Ceratotherium</i> (7).	Actuel.	Ancien monde.
	$\frac{0}{2} + \frac{1}{0}$	0.	id.	?	<i>Periceras</i> (8).	Miocène.	Nouveau monde.
	$\frac{0}{0} + \frac{1}{0}$	Cn + Cr.	id.	Plis peu marqués	<i>Atelodus</i> (9).	Actuel.	Ancien monde.
	$\frac{0}{0} + \frac{1}{0}$	Cn + Cr.	Osseux.	Convex d'une épaisse toison.	<i>Cœlodonta</i> (10).	Quaternaire.	Ancien monde.
ELASNOTHERIINÆ. $m = \frac{9}{5}$ .	$\frac{0}{0} + \frac{0}{0}$	Cr.	Osseux.	Vraisemb. id.	<i>Elasmotherium</i> (11)	Quaternaire.	Ancien monde.
DICERATHEKIINÆ. 4 — 3	$\frac{2}{1} + \frac{1}{1}$	(18) Cnd + Cng	Cartilagineux.	?	<i>Diceratherium</i> (12)	Miocène.	Deux mondes.
II. III. IV. V — II. III. IV. $m = \frac{7}{7}$ .	$\frac{2}{1} + \frac{1}{0}$	Cnd + Cng	id.	?	<i>Colanoceras</i> (13)	Éocène.	Nouveau monde.

On y observera que les Rhinocéros, actuellement limités à l'ancien monde, étaient autrefois répandus également dans l'Amérique. On notera aussi qu'à cette plus vaste distribution géographique correspondait une plus grande variété de formes : car, sur les douze genres, admis jusqu'à présent par les paléontologistes, trois seulement sont arrivés jusqu'à nous.

II. — Nous choisirons, pour les définir en quelques lignes, les genres :

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Acerotherium</i> , | 5. <i>Atelodus</i> ,      |
| 2. <i>Aphelops</i> ,     | 6. <i>Cœlodonta</i> ,     |
| 3. <i>Rhinoceros</i> ,   | 7. <i>Elasmotherium</i> , |
| 4. <i>Ceratorhinus</i> , | 8. <i>Diceratherium</i> , |

bien propres à montrer l'antique richesse d'une famille maintenant très appauvrie.

1. *Acerotherium*. L'*Acerotherium*, qu'on supposa, pendant quelque temps, commun aux deux mondes, est, en réalité, particulier à l'ancien. C'est un Rhinocéros sans corne, qu'on nous pardonne le paradoxe. En d'autres termes, ses nasaux n'étaient point encore suffisamment développés pour supporter l'excroissance dermique qui orne le nez, et parfois le front, des Rhinocéros de nos jours. Ils manquent, d'ailleurs, des rugosités caractéristiques distribuées à la surface des os susnommés chez ces derniers. La dentition de l'*Acerotherium* diffère de celle des *Rhinoceros*, au sens restreint du mot, par la présence d'une paire d'incisives en plus à la mâchoire supérieure. Ses membres antérieurs étaient tétradactyles ; les postérieurs n'avaient que trois orteils. L'*Acerotherium* se rapprochait des tapirs, qui sont, de tous les Ongulés périssodactyles de notre époque, ceux ayant le moins dévié de la forme ancestrale du groupe, par la non-réunion, au-dessous du méat auditif externe, des apophyses postglenoïde et posttym-

SUITE DES NOTES DU TABLEAU (p. 295).

(13) O. C. Marsh. *Vertebrate Life in America*, p. 360.

(14)  $\frac{4-3}{II, III, IV, V - II, III, IV}$  signifie : au membre antérieur, tous les doigts présents, sauf le pouce ; au membre postérieur, existence seulement du second, du troisième et du quatrième orteil.

(15)  $m = \frac{7}{7}$  veut dire qu'il y a 7 molaires supérieures et 7 molaires inférieures de chaque côté.

(16)  $C_n$  représente la corne nasale.

(17)  $C$  est réservé à la corne frontale.

(18) Puisque les cornes sont paires chez les *Diceratherium*,  $C_{nd}$  se rapporte à la corne nasale droite et  $C_{ng}$  à la corne nasale gauche.

panique. Son fémur était, de même, tapiroïde, surtout dans la forme du grand trochanter.

L'*Acerotherium* se rencontre : dans le Miocène moyen, à Sansan (France) ; dans le Miocène supérieur, à Eppelsheim (Allemagne) et à Pikermi (Grèce).

2. *Aphelops*. L'*Aphelops* était un habitant du nouveau monde. Par l'absence de corne, c'est un *Acerotherium*, mais un *Acerotherium* tridactyle devant et derrière. Il est donc plus spécialisé que le précédent. De plus, il n'a, comme les *Rhinocéros*, que deux incisives à la mâchoire supérieure. Les apophyses postglenoïde et posttympanique de son crâne se rejoignent presque au-dessous du méat auditif externe. Enfin, son fémur, par l'aspect du grand trochanter et de la crête interne de la gorge rotulienne, s'éloigne de celui des tapirs et des *Acerotherium* pour se rapprocher de celui des *Rhinocéros*.

L'*Aphelops* a été recueilli dans les couches miocène du Colorado.

3. *Rhinoceros*. Le nom de *Rhinoceros* doit être réservé pour le *Rhinocéros* unicolore de l'Inde, à l'exclusion des autres êtres de la même famille existant actuellement dans les Indes néerlandaises ou en Afrique. Cet animal est trop connu pour que nous insistions à son égard. Ses caractères les plus importants sont les canines et incisives persistantes, la corne unique et les singuliers plis de la peau.

4. *Ceratorhinus*. Le *Ceratorhinus* est un *Rhinocéros* à canines et incisives persistantes, bicorne, avec une peau moins franchement plissée que le précédent. Il est revêtu de poils, tantôt noirs, rudes et courts, tantôt plus longs et roux. Il habite le Pégu, Siam, la péninsule de Malacca, Sumatra et Bornéo.

5. *Atelodus*. L'*Atelodus* est encore un *Rhinocéros* vivant, mais il n'a plus ni canines, ni incisives, soit dans la mâchoire supérieure, soit dans la mâchoire inférieure. Pourtant, dans la dentition de lait, les dents prémentionnées sont encore représentées, quitte à disparaître complètement chez l'adulte. L'*Atelodus* est bicorne et les plis de sa peau sont à peine marqués. Il habite l'Afrique.

6. *Caelodonta*. Le genre *Caelodonta* a été créé pour recevoir le *Rhinoceros tichorhinus* de l'époque quaternaire. C'est un *Atelodus* dont le septum nasal est ossifié, dans le but de supporter des cornes devenues énormes. Je démontrerai prochainement que ce septum nasal osseux provient de l'ossification du cartilage de la cloison du nez (basirhinoïde de M. Albrecht) et n'a rien à faire avec le prémaxillaire, comme l'ont cru divers auteurs, notamment M. Gaudry (1). Contraire-

(1) A. Gaudry. *Mammifères tertiaires*, p. 49.

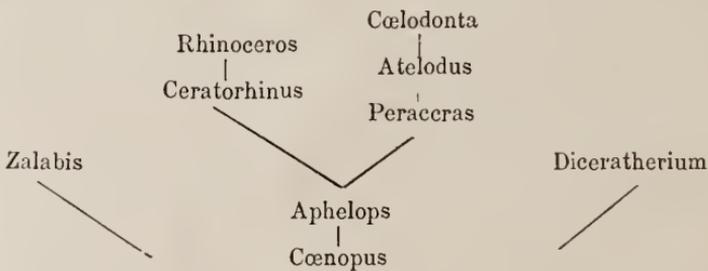
ment à tous les Rhinocéros connus, sauf les jeunes *Ceratorhinus*, qui sont pourvus de longs poils, le *Cœlodonta* était muni d'une épaisse toison. Il a vécu, à l'époque quaternaire, en Europe et en Asie.

7. *Elasmotherium*. L'*Elasmotherium* est le plus curieux de tous les Rhinocéros, dont il se distingue aisément par son unique corne frontale et par ses molaires prismatiques comme celles des chevaux. Sa lèvre supérieure se prolongeait en une trompe semblable à celle des tapirs, ainsi que j'espère le faire voir sous peu. Ses membres n'ont point encore été découverts. Il habitait l'Europe à l'époque quaternaire. C'est le plus volumineux des *Rhinocerotidæ*.

Un point intéressant de son histoire est que son souvenir semble s'être conservé dans les traditions populaires. Ceci, d'ailleurs, ne doit point nous étonner outre mesure. En effet, il fut contemporain du Mammouth, dont l'homme nous a laissés de frappantes représentations. L'homme a donc existé côte à côte avec lui. D'autre part, les contes des Tatars (1) parlent fréquemment d'un taureau gigantesque, *unicorne* et noir, dont la description correspond parfaitement à ce que nous savons de l'*Elasmotherium*.

8. *Diceratherium*. Le *Diceratherium* est un Rhinocéros tout à fait aberrant. Car, les divers types examinés jusqu'à présent nous ont montré constamment, soit une corne médiane, soit deux cornes médianes, soit enfin une tendance à l'une ou l'autre de ces dispositions. Mais, dans aucun cas, nous n'avons rencontré deux cornes paires, une droite et une gauche, comme chez les Ruminants. Or, c'est précisément ce que nous observons dans le *Diceratherium*, avec cette différence que, au lieu d'être frontales, les deux cornes sont situées sur les os du nez.

III. — Voulant exprimer les rapports des Rhinocéros vivants et fossiles entre eux, M. Cope (2) nous donne l'arbre phylogénique suivant:



(1) Radloff. *Proben der Volksliteratur der südsibirischen Tataren*. St.-Petersbourg, 1866, in-8<sup>o</sup>, Th. I, pp. 73 et 267.

(2) E. D. Cope. *Genealogy of American Rhinoceroses*, p. 611, et *Extinct American Rhinoceroses*, p. 771 e.

A notre grand regret, nous nous voyons forcé de nous écarter des vues de l'illustre paléontologiste américain. Il nous est impossible de considérer l'*Aphelops* comme la souche des Rhinocéros kynodontes (1) et akynodontes. Voici pourquoi :

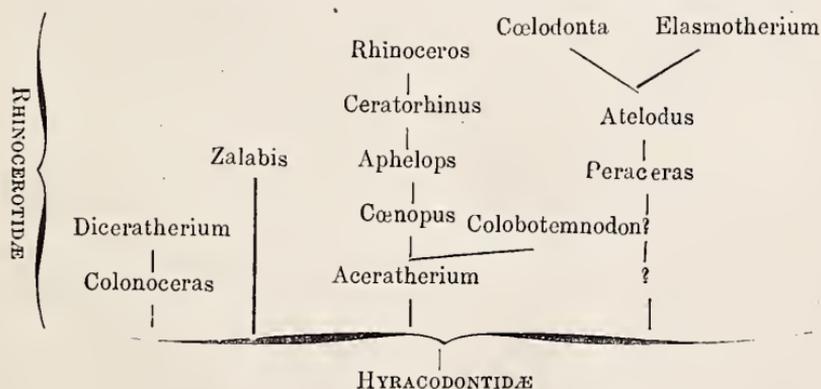
1. On admet généralement aujourd'hui que les *Rhinocerotidæ* dérivent des *Hyracodontidæ*. Or, pour passer de ces derniers à l'*Aphelops*, il faut supposer un développement progressif des canines mandibulaires. Dès lors, comment expliquer que celles-ci, au moment même où elles viennent de subir ce développement progressif, soient soumises à une métamorphose régressive ayant pour but de les faire disparaître, ainsi qu'il est nécessaire pour produire un Rhinocéros akynodonte. Pourquoi un pas en avant, s'il doit être aussitôt suivi de plusieurs pas en arrière ?

2. Le type akynodonte, d'ailleurs, paraît aussi ancien que le type kynodonte : le *Peraceras* est contemporain de l'*Aphelops*.

3. Les deux types remontent même au stade Acérothérien, car le *Peraceras*, tout comme l'*Aphelops*, est dépourvu de corne.

4. Si le type kynodonte était destiné à donner naissance au type akynodonte, la disparition des incisives mandibulaires, qui est un acheminement vers ce dernier, devrait être accompagnée d'une réduction des canines de la mâchoire inférieure. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu, car le *Colobotemnodon*, qui ne possède plus d'incisives mandibulaires, a, de tous les Rhinocéros, les canines les plus puissantes. On peut dire qu'il est l'exagération du type kynodonte.

Non, pour nous, les deux types ont été séparés de bonne heure et ont évolué parallèlement, ainsi que l'expose le tableau suivant :



(1) Je désigne sous ce nom les Rhinocéros chez lesquels il y a encore des dents canines.

**Un Scorpion silurien (1).** — M. le professeur G. Lindström, l'éminent paléontologiste de Stockholm, a eu l'obligeance de m'envoyer, pour être déposée dans les collections du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles, une excellente photographie d'un Scorpion qu'il vient de recueillir dans la formation silurienne supérieure de l'île de Gotland (Suède). On comprendra tout l'intérêt qui s'attache à cette découverte, lorsqu'on saura que nous avons affaire ici au plus ancien animal terrestre actuellement connu (2). En effet, les libellules du Canada, qui étaient considérées comme telles jusqu'à présent, ne remontent pas plus haut que le dévonien.

Le spécimen est en assez bon état. On y observe encore la cuticule chitineuse brune, très mince, comprimée et ridée par la pression des couches superposées. Le céphalothorax, l'abdomen, avec sept lames dorsales, et enfin la queue, formée de six anneaux dont le dernier se rétrécit en pointe pour constituer le dard venimeux, sont bien exprimés. Les ornements de la surface du corps sont identiques à ceux des Scorpions actuels, et consistent en tubercules et carènes longitudinales. Un des stigmates est visible à droite et démontre clairement que la bête jouissait d'une respiration aérienne. Toute son organisation, d'ailleurs, prouve qu'elle a vécu sur la terre ferme.

Un trait des plus curieux dans la structure du Scorpion de M. Lindström nous est fourni par la nature des pattes thoraciques. En effet, elles sont grosses et pointues comme celles des embryons de plusieurs Trachéates et des *Campodea*. Ces sortes de pattes ont déjà disparu chez les Scorpions de la formation carbonifère, où les appendices en question concordent entièrement avec ceux des Scorpions actuels.

M. Lindström se propose de publier, en collaboration avec M. le professeur Tamerlan Thorell, un mémoire détaillé sur l'antique Trachéate, dont nous avons fait connaître sommairement l'organisation. Ces naturalistes l'ont nommé : *Palæophoneus nuncius*.

**L'origine des Mammifères (3).** Après s'être étendu assez longuement sur l'ostéologie du sous-ordre des *Pelycosauria*, M. le Professeur

(1) G. Lindström. *Sur un Scorpion du terrain silurien de Suède. Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* (1<sup>er</sup> décembre 1884), p. 984.

(2) M. Brongniart vient cependant de décrire un insecte silurien moyen (*Note ajoutée pendant l'impression*).

(3) E. D. Cope. *Fifth contribution to the knowledge of the Fauna of the Permian formation of Texas and the Indian territory*. Philadelphia. PALEONTOLOGICAL BULLETIN, n<sup>o</sup> 39, p. 43, 1884.

E. D. Cope expose ses idées sur les ancêtres probables des mammifères. Suivant lui, ces derniers animaux seraient les descendants des Reptiles permien, dont il vient d'être parlé. Afin de prouver le bien fondé de sa théorie, le savant naturaliste américain établit, entre les Batraciens (desquels Huxley voulait, comme on le sait, que nous descendions), les Pélycosauriens, les Reptiles autres que les Pélycosauriens et les Mammifères, une comparaison, qui peut être résumée dans le tableau de la page suivante.

Cela fait, M. Cope conclut ainsi :

« La comparaison précédente rend extrêmement probable que les Mammifères descendent des Reptiles pélycosauriens. Les caractères habituellement invoqués pour séparer les premiers des Reptiles en général ont tous été mis en défaut, sauf en ce qui concerne le condyle occipital ; mais nous allons voir que celui-ci n'a pas l'importance qu'on lui a accordée antérieurement. En effet, dans un Lacertilien du groupe des Geckos, l'*Uroplates*, le condyle occipital est uniquement représenté par les exoccipitaux, le basioccipital en étant presque aussi écarté que chez les Mammifères. Les professeurs Huxley et Parker ont déclaré que les ancêtres les plus probables des Mammifères étaient les Batraciens. Il est évident qu'à plusieurs points de vue les Pélycosauriens sont les plus batraciens des Reptiles, puisqu'ils concordent avec eux, d'abord complètement sur trois, puis en partie sur deux autres des neuf caractères examinés. Un des derniers est la structure du pied, qui s'écarte beaucoup moins du type batracien que celui des Reptiles ordinaires.

» Les premières preuves de la parenté des Pélycosauriens et des Mammifères furent empiriques et, par cela même, peu concluantes. Elles consistaient dans l'identité de structure des os longs des membres. Le professeur Owen appela, le premier, l'attention sur cette identité dans le genre *Cynodraco*, qui est un Reptile théromorphe. J'indiquai ensuite quelques particularités de l'humérus des Théromorphes américains. Je montrai ultérieurement la ressemblance existant entre le bassin des animaux du sous-ordre des *Pelycosauria* et ceux de l'ordre des Monotrèmes. Ceci fut suivi d'une démonstration de la concordance du coracoïde des Pélycosauriens et de l'os homologue des Mammifères ornithodelphes, notamment de ceux de la famille des *Platypodidæ*. Le présent travail ajoute que la structure du pied des Reptiles permien prémentionnés s'approche de très près de celle des Mammifères nommés en dernier lieu ; puis, que le quadratum et les côtes sont essentiellement mammaliens. Ces trois points sont fondamentaux. Les

	BATRACIENS.	PELYCOSAURIENS.	AUTRES REPTILES.	MAMMIFÈRES.
1. Axe basiocranial.	Cartilagineux; un parasphénoïde.	Osseux; pas de parasphénoïde.	Osseux; pas de parasphénoïde.	Osseux; pas de parasphénoïde.
2. Condyle occipital.	Double.	Simple.	Simple.	Double.
3. Quadratum.	Isolé.	Isolé.	Isolé.	Coossifié avec le squamosal (Albrecht).
4. Arcade postorbitosquamosale.	Présente (amphibiens perniciens).	Absente.	Généralement présente.	Absente.
5. Coracoïde.	Petit; coossifié avec l'omoplate.	Petit; coossifié avec l'omoplate.	Volumineux; isolé.	Petit; coossifié avec l'omoplate.
6. Côtes.	Diapophysiennes.	Intercentrales.	Diapophysiennes et centrales (comme position)	Intercentrales.
7. Bassin.	Sans foramen obturateur.	Avec foramen obturateur.	Sans foramen obturateur.	Avec foramen obturateur.
8. Pied.	Avec intermedium, tibial, péronéal et central distincts.	Tibial, péronéal et central distincts. Intermedium uni au tibial	Intermedium et central non distincts; tibial et péronéal généralement non distincts.	Tibial péronéal et central distincts; intermedium uni avec le tibial.
9. Humérus.	Sans condyles.	Avec condyles et foramen épicondylien.	Pas de foramen épicondylien; rarement des condyles.	Condyles; fréquemment un foramen épicondylien.

grandes distinctions ostéologiques, entre les Mammifères et les Reptiles sont : 1<sup>o</sup> dans le Quadratum ; 2<sup>o</sup> dans le Coracoïde ; 3<sup>o</sup> dans le Condyle occipital.

» De ces divergences, les deux premières sont écartées et la troisième est fortement affaiblie par le Geckotien, qui nous exhibe un condyle occipital de forme mammalienne. La seule difficulté considérable qui reste à surmonter réside dans la columelle de l'oreille. Aucun Reptile n'a cette columelle divisée en enclume, os lenticulaire et étrier comme cela a lieu chez les Mammifères et chez quelques Batraciens (selon Albrecht). Il va sans dire, d'ailleurs, que les rapprochements avec les Monotrèmes ne sont point limités aux deux familles actuelles si spécialisées des *Platyrodidae* et des *Tachyglossidae*, mais s'étendent aux formes dentées, qui ont dû exister aux époques jurassique et triasique. »

Nous ferons, sur le travail de M. Cope, les remarques suivantes :

1. — Tous les Reptiles ne sont pas, comme l'affirme le célèbre paléontologiste, dépourvus de parasphénoïde (1). Si donc les Pélycosauriens en sont réellement privés, c'est, pour eux, un point de contact de plus avec les Mammifères.

2. — Sur le condyle occipital, je ferai observer que l'*Uroplates* n'est pas le seul Lacertilien, qui soit dicondylien. Il en est ainsi pour beaucoup d'Amphisbènes, d'après M. Boulenger. D'autre part, les Batraciens, malgré leur dicondylie, ne sauraient donner naissance aux Mammifères, attendu que :

a. Chez les Urodèles (2), le basioccipital devient une sorte d'apophyse odontoïde de la première vertèbre cervicale, disposition inconnue aux Mammifères et incapable de se transformer en celle qu'exhibent ces derniers.

b. Chez les Anoures (3), le basioccipital n'ossifie plus. Ils seraient

(1) T. H. Huxley. *A Manual of the Anatomy of vertebrated Animals*. London. 1871. p. 236 et 283.

L. Dollo. *Note sur le canal basioccipital médian, le canal hypobasilaire et le parasphénoïde de quelques Mosasauriens*. ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES. (IX<sup>e</sup> année, sous presse. — Lu dans la séance du 30 octobre 1884).

(2) P. Albrecht. *Ueber einen Processus odontoïdes des Atlas bei den Urodelen Amphibien*. CENTRALBLATT FÜR DIE MEDIZINISCHEN WISSENSCHAFTEN. 1878, p. 577.

P. Albrecht. *Note sur le basioccipital des batraciens anoures*. BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., t. II, p. 195.

(3) P. Albrecht. *Basioccipital des Batraciens anoures etc.*, p. 196.

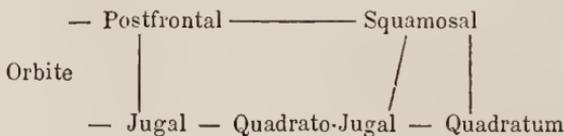
donc bien empêchés de léguer aux Mammifères ce basioccipital qu'ils ont perdu.

La question du condyle occipital peut donc se résumer, pour les Vertébrés Amniotes et les Amphibiens de la manière suivante :

Condyle occipital	{	<i>Simple</i> et formé de :	{	1. Exoccipital gauche,	. . . . .	<i>Sauropsides</i> (en général).		
		2. Basioccipital,						
		3. Exoccipital droit.						
{	{	<i>Double</i> et formé de :	{	basioccipital soudé au centre de la 1 <sup>re</sup> vertèbre cervicale.	{	<i>Batraciens urodèles.</i>		
		1. Exoccipital gauche,		{		basioccipital n'ossifiant plus.	{	<i>Batraciens anoures.</i>
		2. Exoccipital droit.				basioccipital simplement rétréci dans le sens cranio-caudal.		{

Rappelons enfin que, chez quelques Cétacés, les deux condyles se rapprochent au point de n'en former qu'un seul.

3. — L'expression « postorbitosquamosal arch » ne me paraît pas heureuse. Elle s'applique, en effet, aux deux arcades postorbitaires, comme cela résulte du schéma suivant, facile à vérifier sur beaucoup de Reptiles et en particulier sur *Hatteria* :



Le squamosal vient rejoindre le quadrato-jugal de long du Quadratum. Il conviendrait donc de dire « squamosopostfrontal arch », ainsi que je l'ai fait antérieurement (1).

4. — Concernant le foramen épicondylien, je ferai remarquer qu'il ne suffit point de mentionner « epicondylar foramen » car, ainsi que sir R. Owen (2) l'a signalé le premier et comme je l'ai

(1) L. Dollo. *On the Malleus of the Lacertilia and the Malar and Quadrato bones of Mammalia.* QUART. JOURN. MICROSC. SCIENCE, oct. 1883, p. 17 du tiré-à-part.

(2) R. Owen. *Evidence of a carnivorous Reptile (Cynodraco major) about the size of a Lion, with remarks thereon.* QUART. JOURN. GEOL. SOC. London, 1876, p. 98.

confirmé (1) récemment, il y a deux foramina ou canaux épicondyliens :

a. — Un interne, ou canal entépicondylien.

b. — Un externe, ou canal ectépicondylien.

Seuls, le genre fossile *Brithopus* et, parmi les vivants, *Hatteria* possèdent les deux. Généralement, un seul persiste. C'est le canal entépicondylien, pour les Mammifères ; le canal ectépicondylien, pour les Reptiles. Cependant, les Pélycosauriens conservent uniquement le canal entépicondylien, et c'est là un rapprochement plus considérable que M. Cope ne l'avait prévu vers les Mammifères. Ajoutons, cependant, qu'il est affaibli par la présence du même canal chez les Rhynchocéphaliens.

5. — M. Cope admet les *Sauropsides malléofères* de M. Albrecht. Sans vouloir ajouter à ma réclamation plus d'importance qu'elle ne comporte, je me permettrai de faire observer, ainsi que M. Albrecht le reconnaît d'ailleurs dans son travail (2), que le nom seul est de mon savant ami, la découverte du marteau des Lacertiliens ayant été faite par moi (3). J'ai donc éprouvé un certain étonnement en voyant que M. Cope ne faisait point mention de ma notice.

6. — Je prendrai enfin la liberté de demander à M. Cope s'il est bien certain que l'extrémité bifurquée de la columelle de l'oreille des Pélycosauriens soit l'extrémité proximale. Je connais, en effet, des cas de bifurcation de ladite columelle, sur lesquels je publierai prochainement une étude, mais ils se rapportent tous à l'extrémité distale.

Les *Labyrinthodontes* (4). — Nous avons entretenu, dans le numéro du 20 octobre 1884, les lecteurs de cette Revue des Amphi-

(1) L. Dollo. *Notes erpétologiques*. ZOOLOGISCHER ANZEIGER, 1884, pp. 547 et 548.

L. Dollo. *Première note sur le Limæodosaurien d'Erquelinnes*. BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG., t. III, 1884 (sous presse).

(2) P. Albrecht. *Sur la valeur morphologique de la trompe d'Eustache et les dérivés* etc. Bruxelles, Mayolez, 1884, p. 8.

(3) L. Dollo. *On the Malleus*, etc. (V. supra).

(4) *Report of the Committee on the Labyrinthodonts of the coal measures, consisting of Prof. Philipps, LL. D., F. R. S.; Prof. Harkness, F. R. S.; Henry Woodward, F. R. S.; James Thomson; John Brigg; L. C. Miall; drawn up by L. C. Miall, Secretary to the Committee.* (REPORT OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE FOR 1873.

— *Report of the Committee, consisting of Professor Huxley, LL. D.,*

biens permien. On se souviendra qu'à cette époque nous n'avons fait que mentionner les Labyrinthodontes. Cependant, ce groupe nous paraît à la fois trop important et trop curieux pour le laisser plus longtemps dans l'ombre. Aussi, bien que les travaux que nous allons utiliser soient relativement anciens, nous pensons qu'ils n'en seront pas moins intéressants pour cela, d'autant plus que, d'après nous, on ne s'y est point référé aussi souvent qu'ils le méritent.

Nous suivrons, dans cette brève analyse, la marche suivante :

1° — Coup d'œil d'ensemble sur l'ordre des Labyrinthodontes.

2° — Organisation de ces animaux.

I. — Mettant de nouveau en usage la marche adoptée pour les *Rhinocerotidæ*, nous donnerons une idée générale des Labyrinthodontes au moyen d'un tableau.

#### ORDRE : LABYRINTHODONTA.

Amphibiens dont le corps est allongé. Postorbital, supratemporal, épitotique et supraoccipital double présents. Un foramen pariétal. Dents palatines et vomériennes existant presque toujours. Dentine, en général, fortement plissée ; sommet de la jeune dent comprimé. Anneau sclérotique fréquent ; peut-être, constant. Vertèbres amphicæles. Trois plaques thoraciques et une armure ventrale de petites écailles. Membres au nombre de quatre, presque toujours pentadactyles.

1° Centres des vertèbres dorsales discoïdes.

I. EUGLYPTA. Os du crâne ornés de fossettes bien marquées. Lyres très nettes. Mandibule avec projection postarticulaire franchement exprimée. Dents coniques, à structure interne complexe. Dentine fortement plissée. Crocs voméro-palatins accompagnés de petites dents.

*F. R. S. ; Professor Harkness, F. R. S. ; Henry Woodward, F. R. S. ; James Thomson, John Brigg and L. C. Miall, on the Structure and Classification of the Labyrinthodonts. Drawn up by L. C. Miall, Secretary to the Committee (IBID., 1874).*

— R. Owen. *Description of the Fossil Reptilia of South-Africa in the Collection of the British Museum.* London, 1876, p. 67 et Pl. XX. Fig. 13-20.

— R. Wiedersheim. *Labyrinthodon Rüttimeyeri. Ein Beitrag zur Anatomie von Gesamtskelet und Gehirn der triassischen Labyrinthodonten.* ABHANDLUNGEN D. SCHWEIZ. PALAEOONT. GESELLSCH. 1878.

— R. Owen. *On a labyrinthodont Amphibian (Rhytidosteus capensis) from the Trias of the Orange Free State, Cape of Good Hope.* QUART. JOURN. GEOL. SOC., London, 1884, p. 333.

Dents mandibulaires peu nombreuses et placées à l'intérieur des dents sus-maxillaires. Plaques thoraciques, ornées de fossettes, avec bord interne réfléchi dorsalement.

- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Mastodonsaurus</i> , Jäger. | 7. <i>Labyrinthodon</i> , Owen.     |
| 2. <i>Capitosaurus</i> , Münster. | 8. <i>Diadetognathus</i> , Miall.   |
| 3. <i>Pachygonia</i> , Huxley.    | 9. <i>Dasyceps</i> , Huxley.        |
| 4. <i>Trematosaurus</i> , Braun.  | 10. <i>Anthracosaurus</i> , Huxley. |
| 5. <i>Gonioglyptus</i> , Huxley.  | 11. <i>Rhytidosteus</i> , Owen.     |
| 6. <i>Metopias</i> , v. Meyer.    |                                     |

II. BRACHYOPINA. Crâne parabolique ; orbites ovales, centrales ou antérieures. Pas de projection postorbiculaire à la mandibule (?).

- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Brachyops</i> , Owen.       | 4. <i>Bothriceps</i> , Huxley. |
| 2. <i>Micropholis</i> , Huxley.   | 5. <i>Petrophryne</i> , Owen.  |
| 3. <i>Rhinosaurus</i> , Waldheim. |                                |

III. CHAULIODONTA. Crâne voûté, triangulaire, avec de fortes projections postéro-latérales. Lyres consistant en deux gouttières longitudinales presque droites, se continuant en arrière sous forme de crêtes. Orbites de taille moyenne ou larges, dépressions temporales se prolongeant en arrière de l'orbite. Pas de projection postarticulaire à la mandibule. Dents inégales, serrées.

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Loxomma</i> , Huxley.        | 3. <i>Melosaurus</i> , v. Meyer. |
| 2. <i>Zygosaurus</i> , d'Eichwald. |                                  |

IV. ATHROÏDONTA. Pas de dents maxillaires. Dents vomériennes groupées en une seule masse. Orbite imparfaite.

- |   |  |
|---|--|
| 1. <i>Batrachiderpeton</i> , Hancock et Atthey. | 2. <i>Pteroplax</i> , Hancock et Atthey. |
|---|--|

V. ?.....

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Pholidogaster</i> , Huxley. | 3. <i>Pholiderpeton</i> , Huxley. |
| 2. <i>Ichthyerpeton</i> , Huxley. |                                   |

2° Centres des vertèbres dorsales allongés et contractés au milieu.

VI. HELEOTHREPTA. Crâne triangulaire, avec museau allongé et pointu. Orbites centrales. Symphyse mandibulaire très longue, environ  $\frac{1}{3}$  de la longueur du crâne.

- |                                 |
|---------------------------------|
| 1. <i>Lepterpeton</i> , Huxley. |
|---------------------------------|

VII. NECTRIDEA. Cornes épiotiques consistant en fortes projections. Neurapophyses et chevrons des vertèbres caudales dilatés à leur extrémité et pectinés.

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Urocordylus</i> , Huxley. | 2. <i>Keraterpeton</i> , Huxley. |
|---------------------------------|----------------------------------|

## VIII. АІСТОПОДА. Pas de membres.

1. *Ophiderpeton*, Huxley.2. *Dolichosoma*, Huxley.

Complétons ce tableau par un autre, qui nous permettra de nous rendre compte de la distribution des Labyrinthodontes dans l'espace et dans le temps :

## LABYRINTHODONTES

	CARBONIFÈRE	PERMIEN	TRIAS	RHÉTIEN	JURASSIQUE
<i>Angleterre</i>	Anthracosaurus Batrachiderpeton Loxomma Ophiderpeton Pteroplax Urocordylus	Dasyceps	Labyrinthodon Diadetognathus Mastodonsaurus	Spécimens inédits	»
<i>Écosse</i>	Anthracosaurus Loxomma Pholiderpeton Pholidogaster Pteroplax	»	»	»	»
<i>Irlande</i>	Dolichosoma Ichthyerpeton Keraterpeton Lepterpeton Ophiderpeton Urocordylus	»	»	»	»
<i>Allemagne</i>	»	»	Capitosaurus Mastodonsaurus Metopias Trematosaurus	»	»
<i>Russie</i>	»	Zygosaurus	Melosaurus	»	Rhinosaurus
<i>Indes orientales</i>	»	»	Brachyops Gonioglyptus Pachygonia	»	»
<i>Afrique méridio- nale</i>	»	»	Micropholis Petrophryne Rhytidosteus	»	»
<i>Australie</i>	»	»	Bothriceps	»	»
<i>Etats-Unis</i>	Un grand nombre de genres spé- ciaux	»	Plusieurs gen- res particuliers	»	»

II. — La forme du *crâne* des Labyrinthodontes varie énormément. Elle est usuellement triangulaire avec extrémité antérieure arrondie et bord postérieur concave. Elle peut être aussi ovale, parabolique, pyriforme ou hexagonale. D'ordinaire, la plus grande largeur est presque égale à la longueur. Dans le genre *Brachyops*, elle la dépasse même.

Le crâne est susceptible de contenir jusqu'à quarante-sept éléments distincts : tel est le cas du *Loxomma*. Chez le *Trematosaurus*, les prémaxillaires sont confluentes. Le *Pteroplax* semble n'avoir, comme les *Siren* de nos jours, que des susmaxillaires ligamenteux. Cette structure a été constatée, d'autre part, d'une manière définitive, chez le *Batrachiderpeton*.

La disposition générale des os du crâne est assez analogue à celle qu'on observe chez les Crocodiliens. La ressemblance est d'ailleurs plus intime en ce qui concerne la face supérieure que pour le palais. Il va sans dire qu'il ne s'agit ici que d'une similitude plus ou moins adaptative.

La voûte crânienne est interrompue par cinq ouvertures : les deux narines externes, les deux orbites et le foramen pariétal. Le conduit auditif externe débouche à l'intersection des surfaces supérieure et postérieure, tout contre les épitiques. Il n'y a point de fosses latéro-temporale, ni supra-temporale, comme on en voit chez les Crocodiliens.

La face postérieure ou occipitale est sensiblement verticale. Elle nous montre le grand trou occipital, les deux condyles et les orifices des oreilles qui sont dirigés en arrière. La surface articulaire pour la mandibule est placée à l'angle inféro-externe.

Le palais est rarement en bon état. On y remarque un parasphénoïde se terminant en avant par un rostre, comme chez les Poissons (Téléostiens et Ganoïdes) et Amphibiens actuels. De même que chez ces derniers, le vomer est pair et, ainsi que les palatins, porte des dents. Les choanes peuvent se trouver à des distances très variables par rapport aux narines externes ou à l'extrémité antérieure du museau, mais en aucun cas elles n'adoptent l'aspect qu'exhibent les Crocodiliens.

La surface sous-cutanée des os du crâne est habituellement vermiculée et ces vermiculations sont, le plus souvent, radiairement disposées autour du centre de chaque os. Outre les gouttières, ou fossettes, créées par ce système d'ornementation, on doit encore noter des « canaux muqueux », qui s'étendent d'avant en arrière sur la face (au sens restreint du mot). Ces canaux, limités parfois au bout du museau, prennent fréquemment la forme de l'yes, et c'est ainsi qu'on les voit figurer dans les ouvrages classiques.

Il paraît résulter des observations de H. von Meyer que les *dents* des Labyrinthodontes consistent primitivement d'un petit cône creux d'émail, muni de deux crêtes verticales diamétralement opposées. Ce cône, qui constituerait la véritable couronne, conserve les mêmes

volume et structure jusqu'à ce qu'il disparaisse par usure ou par fracture. Cependant, il ne garde point sa position primitive sessile sur la mâchoire. Il se développe, entre elle et lui, une base conique de dentine, recouverte d'une mince couche d'émail et embrassant une cavité de la pulpe. C'est aux dépens des parois de cette base conique que se produisent les plissements caractéristiques que chacun connaît.

Les dents existent toujours sur le prémaxillaire et aussi sur le susmaxillaire, à moins que celui-ci ne soit ligamenteux. Elles sont, soit d'une taille uniforme, soit transformées de distance en distance en crocs. Les vomers et les palatins sont constamment dentifères et pourvus de séries parallèles aux rangées pré- et susmaxillaires. Dans le *Batrachiderpeton*, pourtant, les dents vomériennes sont agrégées comme chez *Siren* et *Siredon*. La mandibule porte, en règle générale, des dents analogues à celles de la mâchoire supérieure. Une paire de crocs se rencontre fréquemment à l'endroit de la symphyse. Les genres *Labyrinthodon* et *Trematosaurus* exposent, de plus, dans la même région, une seconde rangée de dents, ainsi qu'on en voit, de nos jours, chez les *Epicrion* et les *Siredon*.

Les particularités les plus importantes de la *colonne vertébrale* sont les suivantes :

1° Il y a un grand nombre de vertèbres.

2° Ces vertèbres sont au moins de deux sortes : thoraciques et caudales.

3° Les centres en sont biconcaves.

4° Il y a toujours une paire de neurapophyses surmontée d'une apophyse épineuse.

5° Des chevrons sont présents dans la région caudale.

6° Les zygapophyses peuvent être développées ou manquer.

7° Le trou spinal est fort petit.

On ne connaît point de *Labyrinthodontes* dépourvus de *côtes* bien développées. Elles existent usuellement sur toutes les vertèbres situées en avant du bassin et parfois aussi dans la portion antérieure de la région caudale. Elles sont courtes relativement aux dimensions probables du thorax, et extrêmement recourbées. On y distingue un capitulum et un tuberculum. Il n'a pas encore été rencontré de côtes sternales ou abdominales.

La *ceinture scapulaire* comprend les trois plaques thoraciques, qui représentent les clavicules et l'interclavicule, deux éléments scapulaires, ou plus, et deux coracoïdes. Quant à la disposition de ces

parties, elle se laisse le mieux comparer à ce qu'on voit chez les Ichtyosauriens.

La *ceinture pelvienne* se compose, comme d'ordinaire, de deux iliums, deux ischiums et deux pubis. La nature de l'acetabulum est inconnue.

Les *membres* des Vertébrés terrestres nous apparaissent, chez les Labyrinthodontes carbonifères, sous la forme la plus généralisée. La main et le pied sont pentadactyles, et chacun des os longs a des extrémités dilatées, tandis qu'il est évidé en son milieu. Les articulations sont très rudimentaires. Il n'y a point de condyles ni de trochlées. Les membres antérieurs sont fréquemment moins volumineux que les postérieurs, mais ceci n'est point suffisant pour conclure, comme l'a fait sir R. Owen, que les Labyrinthodontes jouissaient du pouvoir de sauter. Tout ce qu'on peut dire, c'est que ces amphibiens étaient, en général, des animaux aquatiques semblables aux Urodèles actuels.

Le genre *Ophiderpeton*, par exception, était apode.

Presque toutes les espèces des Labyrinthodontes carbonifères étaient protégées par une *armure dermique*. Cette armure consiste de plaques osseuses fort nombreuses et allongées, qui se limitaient peut-être toujours à la face ventrale du corps, entre les quatre membres. Les plaques sont disposées en séries obliques assemblées suivant le système connu en menuiserie sous le nom de « point de Hongrie. »

Un mot maintenant sur la *manière de se nourrir* et le *mode de vie* des Labyrinthodontes.

Le caractère des dents et la structure du crâne, si semblables comme organes de préhension et de mastication aux parties correspondantes des Crocodiliens, montrent clairement que nous avons affaire à des animaux voraces. Pendant que les Microsauriens (*Hylonomus*, par exemple) dévoraient les insectes et les Myriapodes contemporains, le *Dendroperpeton* se nourrissait à leurs dépens.

Les affinités amphibiennes des Labyrinthodontes et la présence d'un appareil branchial chez la larve indiquent assez nettement que ces êtres étaient entièrement aquatiques durant la première partie de leur existence. Les proportions du crâne et la faiblesse des membres de toutes les espèces carbonifères connues fournissent de bonnes raisons pour croire qu'elles fréquentaient l'eau et y cherchaient les éléments nécessaires à leur subsistance. L'analogie avec les Amphibiens actuels nous amène à supposer, d'autre part, que les Labyrinthodontes étaient fluviatiles plutôt que marins. Le caractère des dépôts

dans lesquels leurs restes sont usuellement trouvés confirme cette hypothèse.

Concernant la *distribution géographique* des Labyrinthodontes, nous rappellerons seulement qu'on les a rencontrés en Angleterre, en Écosse, en Irlande, en Allemagne, en Russie, aux Indes orientales, dans l'Afrique méridionale, en Australie et dans le nord de l'Amérique. Géologiquement, ils descendent dans le carbonifère et remontent (*Rhinosaurus*) jusque dans l'Oolithe (gouvernement de Simbirsk, Russie) où on les a découverts accompagnés d'Ichtyosaures et de la *Gryphæa dilatata*.

**La Nebalia et ses parents paléozoïques (1).** *I. Nebalia*. Un intérêt considérable s'attache à ce petit crustacé, tant à cause de sa nature synthétique que de ses relations évidentes de parenté avec un certain nombre de fossiles curieux qu'on place d'ordinaire parmi les Phyllopoïdes.

Les différentes espèces de *Nebalia* habitent la mer à des profondeurs modérées. M. Packard en a recueilli (*N. bipes*), sur la côte du Labrador, entre huit et seize mètres. Otho Fabricius nous dit qu'elle porte ses œufs durant tout l'hiver sous le thorax. Ils ne commencent à se développer qu'au mois d'avril et les petits naissent en mai. Ceux-ci sont très vivants, ajoute-t-il, et restent attachés à la mère, qui paraît alors être à moitié morte. Les adultes nagent obliquement, se servant de leurs pattes postérieures pour progresser à travers l'eau. Ils ne sont pas fort actifs. Montagu nous informe que, lorsqu'ils se meuvent, les antennes supérieures sont constamment en mouvement, aussi bien que les pattes abdominales, mais que les antennes inférieures sont usuellement au repos et ramenées sous le corps. D'après Leach, on les rencontre sur les côtes sud-occidentales d'Angleterre, sous les pierres, gisant dans la boue parmi les creux des rochers. Enfin, M. Mac Andrew en a dragué à une profondeur considérable aux îles Shetland.

Le corps de la *Nebalia bipes* est plutôt grêle et quelque peu comprimé, la région antérieure étant protégée par une carapace au delà

(1) A. S. Packard, Jr. *The Crustacean Nebalia and its fossil allies, representing the order Phyllocarida*. AMERICAN NATURALIST, 1882, p. 861.

A. S. Packard, Jr. *The Paleozoic Allies of Nebalia*. AMERICAN NATURALIST, 1882, p. 945.

H. Woodward and T. R. Jones. *Notes on Phyllopodiform Crustaceans*. GEOLOGICAL MAGAZINE, sept. 1884, p. 393.

du bord inférieur de laquelle les pieds phyllopodiformes ne font pas saillie.

La *carapace* s'étend sur la tête, le thorax et les quatre premiers segments abdominaux. Elle est comme bivalve et ses deux moitiés sont ramenées l'une vers l'autre par un muscle adducteur peu puissant. Il n'y a pas là de muscle adducteur volumineux hautement spécialisé, ni d'impressions musculaires arrondies, ainsi qu'on en voit chez les Limnadiadæ ; encore moins y observe-t-on la charnière si caractéristique des Phyllopodes.

La nature du *rostre* est très particulière. Il est long, étroit et se termine par une pointe obtuse à une distance assez grande de la tête. Il est attaché, quoique mobile, dans l'échancrure de la carapace, au lieu d'en être une continuation directe comme pour les Décapodes.

Les *yeux* sont pédonculés.

Les *membres phyllopodiformes* diffèrent essentiellement, dans leur structure intime, de ceux des crustacés phyllopodes, et c'est pour avoir méconnu leur véritable signification que les anciens observateurs ont été amenés à placer la *Nebalia* parmi lesdits Phyllopodes.

Les *pattes abdominales* forment six paires. Elles sont simples et sans branchies.

Le *segment terminal* manque de telson, mais par contre, est pourvu de deux cercopodes.

M. Claus a proposé de ranger la *Nebalia* parmi les Malacostracés, mais M. Packard est d'avis qu'il convient de créer, pour elle et pour les formes éteintes s'y rattachant, un nouvel ordre, caractérisé comme suit :

Ordre : *Phyllocarida*, A. S. Packard, Jr.

Corps comprimé ; consistant de vingt et un segments : cinq céphaliques, huit thoraciques et huit abdominaux. Carapace également comprimée, sans charnière, légèrement attachée au corps par un faible muscle adducteur : munie d'un rostre mobile inséré dans une échancrure antérieure ; ladite carapace recouvrant les premiers anneaux de l'abdomen. Une seule paire d'yeux pédonculés ; pas d'yeux simples. Deux paires de grandes et fortes antennes, constituées par une multitude d'anneaux ; la première paire, birameuse ; la seconde, avec un très long flagellum chez le mâle. Mandibules faibles, avec palpes remarquablement longues et triarticulées. Deux paires de mâchoires ; la première, avec un exopodite fort long, grêle et multiarticulé ; la seconde, bien développée, birameuse ; pas de maxillipèdes ; huit paires de pattes thoraciques, birameuses, larges, minces, respiratoires et

non adaptées à la marche ; les exopodites divisés en branchie et flabellum ; quatre paires de grandes pattes abdominales natatoires et deux paires de petites ; pas d'appendices sur le septième segment, le terminal portant deux longs cercopodes. Pas de telson dans les formes actuelles ; bien marqué, au contraire (ainsi que nous le verrons tout à l'heure), chez les *Ceratiocaridæ*. Jeunes se développant dans une cavité incubatrice ; développement direct ; pas de métamorphose, le jeune différant à peine de l'adulte.

Les Phyllocarides se distinguent des Phyllopo des et des Malacostracés, avec lesquels on les avait réunis jusqu'à présent, de la manière suivante :

Des *Malacostracés* :

1. Par la carapace peu adhérente et la présence d'un muscle adducteur réunissant ses moitiés.
2. Par le rostre mobile légèrement attaché à la carapace.
3. Par la longueur :
  - a — du palpe mandibulaire,
  - b — de l'appendice de la première paire de mâchoires,
  - c — et le caractère birameux des mâchoires elles-mêmes.
4. Par l'absence de maxillipèdes.
5. Par les huit paires de pattes thoraciques phyllopodiformes non adaptées à la marche, l'animal nageant sur le dos.
6. Par l'absence de *Zoëa* dans le développement.

Des *Phyllopo des* :

1. Par l'absence de charnière à la carapace et la présence d'un rostre.
2. Par l'existence de deux paires d'antennes longues, fortes et multiarticulées, la paire postérieure du mâle étant plus longue que la première paire.
3. Par une séparation tranchée du thorax et de l'abdomen, tant dans les segments que dans les appendices.

*Phyllocarides éteints*. Les types les plus importants peuvent être groupés dans le tableau suivant, qui comprend également la *Nebalia*.

Ordre : PHYLLOCARIDES.

	<i>Ceratiocaridæ</i>	<i>Nebaliadæ</i>
Ép. actuelle.	. . . . .	Nebalia
<i>Carbonifère</i> .	Dithyrocaris, Argus.	
<i>Dévonien</i> .	Dictyocaris.	
<i>Silurien supérieur</i> .	Ceratioearis.	
<i>Silurien inférieur</i> .	Peltocaris.	
<i>Lingula flags</i> .	Hymenocaris.	

Les points les plus curieux de l'organisation des Phyllocarides éteints résident dans le telson, l'ornementation de la carapace et surtout la taille.

Le telson manque à la *Nebalia*, qui n'a, comme nous l'avons vu, que deux cercopodes. Au contraire, il est bien développé chez les genres *Ceratiocaris*, *Dithyrocaris* et *Argus*. La présence de cet organe fournit à la fois un moyen de séparer les Phyllocarides en deux familles et la possibilité de rapprocher ces Crustacés des Décapodes. Dans les genres *Hymenocaris* et *Peltoecaris*, il se résout en deux épines, minuscules pour le dernier.

Tandis que la carapace de la *Nebalia* est complètement lisse, certaines formes de Phyllocarides éteints, telles que *Dictyocaris*, nous exhibent une surface nettement réticulée.

Enfin, la taille était autrefois incomparablement supérieure à celle que nous montre la *Nebalia*. Le *Dithyrocaris Neptuni*, Hall, avait au moins deux pieds de long. L'*Echinocaris Wrightiana*, que MM. Woodward et R. Jones ont décrit récemment, le surpassait encore notablement.

En résumé, il faut considérer les Phyllocarides comme un type de crustacé ayant subi un développement prématuré. Il florissait à une époque où aucun Malacostracé n'existait et s'éteignit presque totalement à la période du carbonifère. Jugeant du groupe entier par la seule *Nebalia*, nous devons reconnaître qu'il était hautement synthétique, combinant à la fois des caractères copépodes, phyllopodés et décapodes avec d'autres qui lui sont propres. Comme pour beaucoup de formes de cette nature, ses représentants éteints étaient d'un volume colossal, comparé à celui des survivants actuels.

Le Champosaure (1). I. *Historique*. — Le 26 décembre 1876, M. le professeur E. D. Cope présentait, à l'Académie des sciences

(1) E. D. Cope. *On some extinct Reptiles and Batrachia from the Judith river and Fox hills beds of Montana*. PROC. ACAD. NAT. SC., Philadelphia 1876, p. 348.

— *The Puerco Fauna in France*. AMERICAN NATURALIST, Aug. 1883.

— *The Choristodera*. AMERICAN NATURALIST. Aug. 1884, p. 815.

P. Gervais. *Énumération de quelques ossements d'animaux vertébrés recueillis aux environs de Reims par M. Lemoine*. JOURNAL DE ZOOLOGIE 1875, p. 75.

V. Lemoine. *Communication sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims*. ASSOCIATION FRANÇAISE POUR

naturelles de Philadelphie, un travail dans lequel il décrivait, entre autres fossiles, un reptile nouveau qu'il proposait de nommer *Champsosaurus*. Les restes de cet animal consistaient essentiellement en vertèbres et en côtes, et le savant naturaliste américain y distinguait quatre espèces. Il insistait sur les rapports et différences du *Champsosaurus* avec *Hatteria* et suggérait qu'il conviendrait de le classer dans un sous-ordre spécial des *Rhynchocephalia* : les *Choristodera*.

L'année suivante (1877), au mois de février, Paul Gervais redécrivit le *Champsosaurus*, d'après des matériaux à lui confiés par M. le professeur Lemoine, comme un type inédit, auquel il attribua l'épithète de *Simædosaurus*. Il lui parut que les plus proches parents de son Simædosaure étaient les Simosauriens de la période triasique.

Cependant, on ne connaissait toujours que des vertèbres, lorsque M. le professeur Lemoine annonça (1880), dans une communication à l'Association française pour l'avancement des sciences, qu'il possédait un spécimen presque entier. Il ajouta que le quadratum s'y montrait libre, que l'insertion des dents était pleurodonte et que les membres, intermédiaires entre ceux des Crocodiliens et des Lacertiliens, indiquaient un animal aquatique. Enfin M. Lemoine était d'avis qu'il y avait lieu de ranger le Simædosaure près des Geckos de la nature actuelle.

Les choses en restèrent là jusqu'en 1883, époque à laquelle M. Cope, qui avait eu l'occasion de visiter la collection de M. Lemoine en 1878, identifia son *Champsosaurus* avec le *Simædosaurus* de Paul Gervais. Cette identification, qui, autant que je puis en juger par les descriptions préliminaires de M. Cope, me semble parfaitement justifiée, fait rentrer définitivement l'appellation générique *Simædosaurus* dans la synonymie.

D'un autre côté, quelque temps auparavant, le Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles avait acquis un squelette assez complet de reptile provenant du landénien inférieur d'Erquelinnes (Éocène infé-

L'AVANCEMENT DES SCIENCES, Congrès de Montpellier 1880, p. 15 du tiré-à-part.

— Du Simædosaure, reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims. COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS (17 mars 1884).

— Sur les os de la tête et sur les diverses espèces du Simædosaure, reptile de la faune cernaysienne des environs de Reims. *IBID.* (21 avril 1884).

— Étude sur les caractères génériques du Simædosaure, reptile nouveau de la faune cernaysienne des environs de Reims. Reims, Matot-Braine, 1884, av. 2 pl.

L. Dollo. Première note sur le Simædosaurien d'Erquelinnes. *BULL. MUS. ROY. HIST. NAT. BELG.* t. III, fasc. 3, 1884 (sous presse).

rieur). Ce squelette, que je fus chargé d'étudier, me fit l'effet de correspondre exactement au *Champsosaurus*, Cope, alias *Simædosaurus*, P. Gervais. Envoyé un peu plus tard, à Reims, par la direction du Musée, pour y comparer nos vertébrés éocènes avec ceux recueillis par M. Lemoine, je ne tardai pas à me convaincre de l'exactitude de mon interprétation (1). Je communiquai alors à l'éminent paléontologiste français mon intention d'écrire un mémoire sur le *Champsosaurus*. Il me répondit que la même idée le poursuivait depuis plusieurs années, mais qu'il hésitait toujours à cause de la tête, dont Paul Gervais avait publié divers fragments comme caractérisant une espèce nouvelle du genre *Lepidosteus* : le *Lepidosteus Suessoniensis*. Je le rassurai en lui disant que nous possédions notamment une fort belle mandibule appartenant sans nul doute au même animal que les vertèbres, c'est-à-dire au *Champsosaurus*. Nous convînmes ensuite que nos travaux paraîtraient séparément et que celui du professeur Lemoine passerait d'abord, ce qui fut fait. Avant d'aller plus loin, je désire placer ici une petite observation. M. Lemoine ne parle pas, dans les notices postérieures à notre entrevue, de ses hésitations relativement à la tête. Je crois donc équitable de revendiquer, non point pour moi, car il n'y a aucun mérite personnel là-dedans, mais pour le Musée de Bruxelles, l'honneur d'avoir fourni, le premier, des données certaines sur le crâne du *Champsosaurus*. Quoi qu'il en soit et bien que le savant rémois nous promette un mémoire encore plus étendu que son dernier travail, nous estimons que celui-ci doit être considéré comme représentant ses vues actuelles sur le reptile dont nous nous occupons. Je regrette d'être, dès maintenant, forcé de déclarer que mes recherches me conduisent à des résultats assez différents de ceux exposés dans l'*Étude sur les caractères génériques*, etc. (*loc. cit.*). Tenant essentiellement à limiter la discussion aux points qu'il est impossible d'éviter, je n'insisterai pas, en ce moment, sur nos divergences, d'autant plus que je me trouverai dans la nécessité d'y revenir à propos des diverses régions du squelette. En ce qui concerne les affinités du *Champsosaurus*, M. Lemoine, tout en conservant les connexions avec les Geckos, ajoute, à ces derniers, les Simosaures, les Plésiosaures et *Hatteria*.

Enfin, dans un compte rendu de la publication du professeur

(1) Je suis heureux de pouvoir offrir ici mes meilleurs remerciements à M. le professeur Lemoine pour l'obligeance avec laquelle il me permit d'étudier ses riches matériaux.

Lemoine, M. E. D. Cope propose de faire rentrer le *Choristodera*, toujours avec la valeur taxonomique d'un sous-ordre, dans les *Pythonomorpha* (*Mosasauria*).

II. *Description*. Le crâne du Champsosaure est allongé, présentant, dans ses grands traits une forte ressemblance avec celui du Gavial. Le Quadratum, malgré l'assertion opposée de M. Lemoine, y est fixé, de même que chez les Crocodiliens, les Rhynchocéphaliens, les Chéloniens, etc. Les dents sont implantées dans des alvéoles, mais soudées par leur base avec la paroi osseuse qui les soutient. La cavité de la pulpe y est persistante. Ces dents sont réparties sur le prémaxillaire, le susmaxillaire, le palatin, le ptérygoïdien et l'élément dentaire de la mandibule. Les dents prémaxillaires, susmaxillaires et mandibulaires sont assez fortes et ne forment qu'une seule rangée. Au contraire, les dents palatines et ptérygoïdiennes sont innombrables, d'une ténuité extrême et disposées sans ordre apparent.

Les narines externes sont terminales, comme chez les Crocodiliens. Les choanes sont situées au milieu de la face inférieure du crâne et séparées par une mince cloison dentifère (palatins).

L'élément splénial de la mandibule entre dans la symphyse, qui est remarquablement longue. La mâchoire inférieure n'a pas d'apophyse coronoïde. Elle manque aussi de projection postarticulaire, ainsi que cela a lieu chez *Hatteria*, chez la plupart des Amphisbènes et chez un certain nombre de Labyrinthodontes, pour l'insertion du muscle digastrique, dont la fonction est d'ouvrir la bouche.

Les vertèbres sont légèrement amphicæles. Il y en a neuf dans la région cervicale, seize dans la région dorso-lombaire, deux pour le sacrum et au moins dix-huit dans la queue.

Les côtes cervicales sont ornithospondyliques, c'est-à-dire que la tête en est double. Il n'y a pas de côtes avant la quatrième vertèbre cervicale. Les côtes dorso-lombaires sont erpétospondyliques, c'est-à-dire que la tête en est simple. Elles se continuent jusqu'au sacrum ; en d'autres termes, il n'y a pas de vertèbres lombaires à proprement parler.

Les os chevrons sont intervertébraux et ne paraissent pas avoir été fort volumineux.

Le sternum, ainsi que je l'ai fait voir ailleurs, était constitué par une plaque impaire cartilagineuse.

Il y a un sternum abdominal, non reconnu par M. Lemoine. Il se compose d'une série d'osselets assemblés comme l'armure ventrale des Labyrinthodontes, à laquelle nous renvoyons nos lecteurs.

Le savant rémois donne pour composition à la *ceinture scapulaire* : 1<sup>o</sup> deux omoplates, 2<sup>o</sup> deux coracoïdes. Cependant, j'ai montré qu'elle était, en réalité, plus compliquée. Elle comprend, outre les pièces susnommées, deux clavicules et une interclavicule en T.

Le *membre antérieur* était plus court que le postérieur. Néanmoins il était massif et puissant. La main, dont la structure reste assez obscure, était vraisemblablement pentadigitée.

Le *bassin* est constitué, comme d'ordinaire, par deux iliums, deux ischiums et deux pubis, qui prennent tous part à la formation de l'acetabulum.

Le *membre postérieur* était bien développé. La nature du pied reste inconnue. De même que la main, il était probablement pentadactyle. Dans tous les cas, on peut affirmer que les pattes étaient fissipèdes et non pinnipèdes.

Le *corps* du Champsosaure était, ou entièrement nu, ou recouvert d'écailles épidermiques, car on ne trouve jamais de plaques osseuses associées à ses ossements.

III. *Théories*. *M. Cope* crut d'abord que le Champsosaure était un animal voisin du lézard néo-zélandais actuel *Hatteria*.

Puis, vint *Paul Gervais*, qui le rangea près des Simosauriens triasiques.

*M. Lemoine* exprima, après eux, l'opinion qu'il se rapprochait beaucoup des Geckos, auxquels il ajouta ultérieurement des Simosauriens, les Plésiosauriens et *Hatteria*.

*M. Cope* reprit alors la question et voulut placer le Champsosaure près des Mosasauriens.

J'espère avoir prouvé, dans mon récent travail, que les relations du Champsosaure avec tous les êtres, que nous venons de citer, ne sont que très éloignées. C'est pourquoi j'ai conclu à la formation d'un ordre nouveau pour le recevoir, ordre auquel j'ai donné le nom de *Simædosauria*, afin de sauver de l'oubli le vocable créé par Paul Gervais.

Terminons par un petit tableau exposant les diverses espèces connues du genre *Champsosaurus*.

Ordre : SIMŒDOSAURIA, Dollo.

Genre : CHAMPSOSAURUS, E. D. Cope.

Nouveau Monde.

Ancien Monde.

Espèces.	Gisements.	Espèces.	Gisements.
1. <i>C. profundus</i> , Cope.	Judith river beds (crétacé supérieur)	5. <i>C. Lemoinei</i> , Gervais.	Éocène inférieur des environs de Reims. Landenien infé- rieur d'Erquelines.
2. <i>C. annectens</i> , Cope.	d <sup>o</sup>	6. <i>C. Remensis</i> , Lemoine.	
3. <i>C. brevicollis</i> , Cope.	d <sup>o</sup>	7. <i>C. Peronii</i> , Le- moine.	d <sup>o</sup>
4. <i>C. vaccinsulensis</i> , Cope.	d <sup>o</sup>	8. <i>C. Suessoniensis</i> , Gervais	Eocène inférieur des environs de Dormans.

Les Ichtyosaures (1). — I. *Historique*. Les restes des Reptiles marins actuellement éteints et connus aujourd'hui sous le nom d'Ichtyosaures ont attiré l'attention des collectionneurs et des descripteurs depuis près de deux siècles.

Le *Querelæ piscium* de Scheuchzer (1708) contient (pl. III) des figures de vertèbres biconcaves provenant d'un Ichtyosaure du Lias d'Altdorf et présentées comme appartenant à un poisson. Knorr nous montre également dans sa *Naturgeschichte der Versteinerungen* des vertèbres du même reptile sous le nom d'*Ichthyospondylen*.

Un peu plus tard (1814), sir Everard Home les décrit sous le nom de « Ossements fossiles d'un animal plus voisin des Poissons que d'aucune forme vivante. »

Ce furent Conybeare, De la Beche et König (1821) qui déterminèrent les premiers correctement la position des Ichtyosaures dans la classification. Nous sommes, en outre, redevables à König du terme *Ichthyosaurus*. Quelques temps après (1824), G. Cuvier confirma leur interprétation et l'étude de ces intéressants sauriens entra dans une voie rationnelle. L'étendue de cette brève notice ne nous permet point

(1) R. Owen. *A Monograph of the fossil Reptilia of the Liassic formations. Ichthyosaurus*. PALEONTOGRAPHICAL SOCIETY OF LONDON, vol. XXV.

O. C. Marsh. *A new Order of Extinct Reptiles (Sauranodonta) from the Jurassic Formation of the Rocky Mountains*. AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (Silliman), 3<sup>d</sup> series, vol. XVII.

— *The limbs of Sauranodon with Notice of a new species*. IBID., 3<sup>d</sup> series, vol. XIX.

d'examiner en détail les nombreux travaux qui parurent ultérieurement. C'est pourquoi nous nous contenterons de résumer les publications, dont le titre se trouve mentionné plus haut.

II. *Description*. L'Ichtyosaure, par la brièveté, — on peut même dire par l'absence, — du cou, par l'égalité de la tête et des épaules, par la continuité du tronc et de la queue, par la présence de nageoires enfin, possède comme les Cétacés une ressemblance extérieure avec les Poissons. Cette ressemblance est, d'ailleurs, purement adaptative ; car, de même que les Cétacés sont des mammifères, les Ichtyosaures sont des Reptiles et n'ont aucune relation directe avec les Poissons.

La forme générale du *crâne* de l'Ichtyosaure concorde avec celle qu'on observe chez les dauphins. Toutefois, la cavité cérébrale est beaucoup plus faible. De plus, les prémaxillaires sont énormes, tandis que les susmaxillaires sont peu développés, disposition qui rappelle les Oiseaux. Les orbites sont remarquables par leurs grandes dimensions et l'anneau sclérotique qu'elles renferment. Les narines externes sont placées très loin de l'extrémité du museau, dans le voisinage immédiat des yeux. Le Quadratum est fixé. Le crâne de l'Ichtyosaure contient encore un os spécial, auquel M. Huxley donne le nom de supratemporal. Suivant nous, c'est le squamosal, tandis que le squamosal de l'éminent naturaliste anglais serait l'épiotique des Labyrinthodontes, qui est aussi conservé chez les Caméléons, où M. W. K. Parker l'appelle pariétal.

Les *dents* sont limitées au prémaxillaire, au susmaxillaire et à l'élément dentaire de la mâchoire inférieure.

La *mandibule* fait souvenir de celle du Gavial. L'élément splénial entre dans sa symphyse. Elle manque d'apophyse coronoïde, mais est pourvue d'une projection postarticulaire bien développée.

Les *vertèbres* diffèrent à certains égards de celles de tous les autres vertébrés. Non seulement, ce sont des disques aplatis beaucoup plus larges et plus hauts qu'ils ne sont longs, mais il n'y a pas d'apophyses transverses à proprement parler, attendu que celles-ci sont simplement représentées par des tubercules. Les neurapophyses sont de petits ponts osseux en synchondrose avec le centre et presque toujours privés de zygapophyses.

Les *côtes* sont bifurquées, offrant un capitulum et un tuberculum. Cependant, dans la région caudale, leur tête devient simple.

Le *sternum* était vraisemblablement à l'état de plaque impaire cartilagineuse.

Il y a un *sternum abdominal* ossifié.

La *ceinture scapulaire* se compose de deux omoplates, deux coracoïdes, deux clavicules et une interclavicule en T.

Le *membre antérieur* est plus puissant que le postérieur. Ainsi que nous l'avons déjà dit, il a la forme d'une nageoire. Contrairement à ce qu'on voit chez tous les autres vertébrés amniotes, il est heptadactyle.

La *ceinture pelvienne* comprend, comme presque toujours, deux iliums, deux ischiums et deux pubis.

Le *membre postérieur* est semblable à l'antérieur, quoique plus petit. Les Ichtyosaures concordent donc avec les Mosasaures et les Plésiosaures par la présence de deux paires de nageoires, en quoi ils s'éloignent des Cétacés.

Les *téguments* n'étaient recouverts, ni de plaques dermiques osseuses, ni d'écaillés épidermiques. Ils présentaient l'aspect d'une surface chagrinée.

La *nageoire caudale*, au lieu d'être horizontale comme chez les Cétacés, était verticale de même que chez les Poissons.

Les Ichtyosaures étaient *ovovivipares*, c'est-à-dire qu'ils mettaient leurs petits vivants au monde, tandis que la plupart des Reptiles pondent des œufs. En outre, ils étaient *unipares*, ne donnant naissance chaque fois qu'à un seul être de leur espèce.

III. *Coup d'œil d'ensemble sur les diverses formes d'Ichtyosauriens*. Les divers Ichtyosaures peuvent être groupés dans le tableau suivant :

Ordre : ICHTHYOSAURIA

Dentés : ICHTHYOSAURUS

Édentés ; un bec :  
SAURANODON

Brévirostres :

Longirostres :

Crâne et nageoires  
courts ; 4 carpiens.

Crâne et nageoires  
longs ; 3 carpiens.

- |                                       |  |                                 |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| 1. <i>I. breviceps</i> , Owen.        | 4. <i>I. platyodon</i> , Conybeare.    | 1. <i>S. natans</i> ,<br>Marsh. |
| 2. <i>I. communis</i> , Conybeare.    | 2. <i>I. lonchiodon</i> , Owen.        | 2. <i>S. discus</i> ,<br>Marsh. |
| 3. <i>I. intermedius</i> , Conybeare. | 3. <i>I. longifrons</i> , Owen.        |                                 |
| 4. <i>I. latifrons</i> , König.       | 4. <i>I. acutirostris</i> , Owen.      |                                 |
| 5. <i>I. latimanus</i> , Owen.        | 5. <i>I. tenuirostris</i> , Conybeare. |                                 |
| 6. <i>I. brachyspondylus</i> , Owen.  | 6. <i>I. longirostris</i> , Owen.      |                                 |

L'*Ichthyosaurus breviceps* fut découvert dans le calcaire liasique appelé « Broad Ledge » à Lyme Regis. On a aussi rencontré ses restes dans la zone à *Arietites Bucklandi* (Lias inférieur) à Brownish (Somersetshire).

L'*Ichthyosaurus communis* se trouve principalement dans le Lias de Lyme Regis et de Charmouth (Dorsetshire). Partout, d'ailleurs, l'ammonite *Arietetes Bucklandi* l'accompagne. On le trouve parfois associé à l'*I. intermedius* et à l'*I. tenuirostris*.

Les restes les plus complets de l'*Ichthyosaurus platyodon* indiquent un animal de vingt pieds de long : d'autres permettent d'affirmer l'existence d'individus d'au moins trente pieds. On rencontre surtout l'*I. platyodon* à Lyme Regis.

L'*Ichthyosaurus longifrons* appartient au Lias supérieur de Cotteswold Hills, où il est mélangé à l'*Ammonites bifrons*.

L'*Ichthyosaurus acutirostris* est remarquable par son museau qui rappelle vaguement le bec de la cigogne. Il provient du Lias de Whitby (Yorkshire).

Le rostre de l'*Ichthyosaurus tenuirostris*, lui, fait souvenir du bec de la bécasse (*Scolopax*), mais il s'agit ici d'un bec armé de dents. L'*I. tenuirostris* mesurait environ treize pieds ; on l'a recueilli à Lyme Regis, à Stratford on Avon, à Bristol, à Street et à Barrow on Soar.

L'*Ichthyosaurus longirostris* est, de toutes les espèces du genre *Ichthyosaurus*, celle qui, par la faiblesse relative de ses dents, se rapproche le plus du *Sauranodon*. La longueur et la gracilité de ses mâchoires suffisent pour conclure qu'il se nourrissait plutôt de Céphalopodes nus que de Poissons. D'autre part, le volume énorme des orbites montre que ce Reptile devait être nocturne. Ses ossements ont été ramassés à Barrow on Soar, dans la zone à *Ægoceras angulatum* et aussi dans celle à *Arietites Bucklandi*.

L'*Ichthyosaurus latinanus* est originaire de Saltford, près Bath, et des « Penarth beds » du Glamorganshire, lesquels, comme chacun sait, appartiennent au Rhétien.

Enfin, l'*Ichthyosaurus brachyspondylus* nous vient de Russie et particulièrement du Jurassique moyen du gouvernement de Moscou.

L'absence d'Ichtyosaures dans la faune éteinte du nouveau monde a été longtemps un des faits paléontologiques les plus remarquables ; car, jusqu'en 1879, pas le moindre ossement des animaux susnommés n'avait été rencontré de l'autre côté de l'Atlantique. A cette époque, le professeur Marsh en obtint un spécimen presque complet, prove-

nant du Jurassique de la région des Montagnes rocheuses, *mais dépourvu de dents*. Les vertèbres, les côtes et les autres portions du squelette pouvaient à peine être distinguées des parties correspondantes d'un individu du genre *Ichthyosaurus*, et en beaucoup de points le crâne s'accordait aussi avec celui de ce dernier. Les prémaxillaires étaient proéminents ; les susmaxillaires réduits ; l'orbite vaste et défendue par un anneau sclérotique. Et cependant il n'y avait pas de dents ; mieux que cela, une gouttière dentaire faisait même défaut. L'illustre paléontologiste américain proposa alors d'appeler le nouveau saurien *Sauranodon*.

Les proportions du *Sauranodon* sont très analogues à celles de l'*Ichthyosaurus*. Le crâne a, ou peu s'en faut, deux pieds de long et le rostre est particulièrement saillant. L'espace interorbitaire n'est que de quatorze centimètres. L'anneau sclérotique est conique, comme chez les Oiseaux, et non aplati ainsi que chez les Ichtyosaures. Son grand diamètre est de dix centimètres ; son petit de six. Le *Sauranodon* est encore bien digne d'attention par la structure de ses nageoires. En effet, tandis que l'*Ichthyosaurus* n'a que deux os dans l'avant-bras ou dans la jambe, le *Sauranodon* en a trois comme certains Plésiosaures, et comme la *Chrysochlore* parmi les Mammifères.

Le *Sauranodon* entier mesurait huit ou neuf pieds.

L. DOLLO.

---

## SCIENCES AGRICOLES

---

**Champs d'expériences de Louvain. Cultures dans le sable lavé de Tilly.** — Nous avons publié dans le *Journal de la Société centrale d'agriculture de Belgique* les comptes rendus détaillés des champs d'expériences et des cultures dans le sable lavé, instituées par nous à l'École d'agriculture de Louvain dans le courant de l'été 1884.

Voici les principales données fournies par les procédés, si simples et si sûrs, d'analyse du sol par la plante.

Le champ d'expériences de Louvain comptait 21 ares d'un seul tenant ; le sol était une terre forte épuisée par la culture.

L'influence de l'azote nitrique et ammoniacal sur la levée des pommes de terre plantées tardivement s'accusait énergiquement, dès le début, sur toutes les parcelles où ils entraient pour une part suffisante dans la composition de l'engrais. Au contraire, les parcelles qui n'avaient reçu que des engrais minéraux sous diverses formes et dans divers rapports se sont distinguées par leur levée irrégulière et tardive et par la faiblesse relative du rendement, qui oscillait entre 190 et 250 kilogrammes par are. La pomme de terre mise en expérience était une variété locale d'un rendement assez médiocre.

L'azote nitrique, sous forme de nitrate de potasse, semble favoriser particulièrement le développement en grosseur du tubercule, même à la dose minime de 2 kilos par are, soit 200 kilos par hectare. Le sulfate d'ammoniaque associé au superphosphate et au chlorure de potassium a exercé une action très appréciable sur la qualité et la quantité, sans développer sensiblement les dimensions du tubercule.

Le sulfate de potasse semble exercer une influence nuisible sur la qualité et le rendement. En général, l'action de la potasse est nulle. L'analyse du sol par la plante autorise donc à conclure que la restitution de cet élément est inutile : ce que permettait de préjuger la composition géologique du sol, formé d'un limon argilo-sableux (limon heslayen).

Si la suppression de la potasse dans l'engrais n'influence pas le produit de la récolte, il n'en est pas de même des autres termes, surtout de l'acide phosphorique et de l'azote. Tandis que l'engrais complet donne 25 100 kilos à l'hectare, l'engrais sans azote fait tomber le rendement à 19 000 kilos, l'engrais sans minéraux à 21 900 kilos.

L'association du superphosphate et de l'azote, sous forme de nitrate de soude à l'exclusion des autres termes, relève le rendement à 23 800 kilogrammes de tubercules, remarquables par leur grosseur. Conclusion : il suffit de restituer l'azote et l'acide phosphorique dans des rapports inégaux pour obtenir le maximum du rendement. Ces rapports peuvent être calculés suivant la méthode que nous avons préconisée dans nos publications antérieures (1).

Les cultures dans le sable nous ont donné des résultats non moins concluants et qui sont de nature à fixer la formule des engrais spéciaux pour l'avoine et les pois.

(1) *Manuel de chimie agricole*, etc., 2<sup>e</sup> éd., c. III, p. 120.

Les engrais chimiques incomplets nous ont donné, dans le sable lavé de Tilly, des gradations de croissance qui constituent de véritables gammes de végétation variant avec les rapports et la nature des éléments fertilisants.

Comme nous l'avions annoncé, nous avons repris les expériences de M. Ledocte (1) sur l'action comparée des sels inorganiques et des produits organiques solubles, dans la culture de l'avoine et des légumineuses.

Nous avons pu constater que, toutes choses égales d'ailleurs, les plantes qui avaient reçu des quantités de potasse et d'eau de pluie équivalentes ont donné des pailles et des épis de même grosseur.

Les matières organiques solubles n'interviendraient donc pas directement dans la nutrition, ou plutôt dans l'absorption, de l'avoine et des pois, pour ne pas dire des céréales et des légumineuses ; car l'expérience prouve qu'il est toujours très dangereux de généraliser ce genre d'observation.

Nous avons constaté également qu'une formule à dominante de potasse convient particulièrement à la culture de ces deux plantes de familles très éloignées, et que l'azote, sous forme de nitrate de potasse, favorise particulièrement leur végétation.

On remarquera que nous réduisons la formule à sa plus simple expression, le plâtre n'intervenant que comme adjuvant de la chaux. Le nitrate de potasse et de superphosphate de chaux fournissent, en effet, les quatre termes de la restitution.

Nous différons de M. Georges Ville en introduisant l'azote dans la formule des légumineuses, parce que l'expérience nous a démontré qu'engagé dans la combinaison spéciale sous laquelle nous l'administrons, cet azote stimule singulièrement la végétation. Ce qui n'exclut nullement l'idée de la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes de cette famille.

Au contraire, nous tenons à constater que le témoignage des agriculteurs confirme de plus en plus cette donnée expérimentale d'une si haute portée économique.

On a constaté la possibilité d'obtenir de beaux rendements de luzerne et de trèfle sans restituer au sol d'autres éléments que les principes minéraux. Dans ces cas, les nitrates qui se forment spontanément dans le sol arable, sous l'action des matières organiques et

(1) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1883, p. 657.

des ferments, suffisent à donner l'essor à la végétation. C'est lorsque ces nitrates font défaut que le purin de fumier peut y suppléer avantageusement.

Telle est, à notre avis, l'explication des phénomènes, en apparence contradictoires, relevés par les naturalistes et les agriculteurs. Le purin de fumier exerce dans les terres fortes, appauvries ou épuisées, une action très sensible sur la végétation du trèfle, dans les Flandres et dans la Hesbaye, par exemple.

Ce fait n'est pas discutable, et nous l'avons opposé depuis longtemps aux théories trop exclusives. Il n'en est pas moins vrai que l'azote à l'état de *sulfate d'ammoniaque* exerce une action nuisible sur le trèfle et sur les luzernes, *qui absorbent cependant beaucoup plus d'azote que les céréales*. Les lupins et d'autres légumineuses rustiques végètent parfaitement dans les sables calcaires dénués de cet élément fertilisant, mais pourvus de potasse et d'acide phosphorique, c'est-à-dire d'éléments fertilisants minéraux. Ce qui résulte à l'évidence des expériences de Lupitz que nous avons analysées précédemment (1) et qui démontrent que l'on peut aisément mettre en valeur les sables les plus stériles, en appliquant l'engrais minéral à dominante de potasse à la culture des plantes de cette famille.

600 kilogrammes de kaïnite et 400 kilogrammes de phosphate précipité ou de nodules des Ardennes (2) finement pulvérisés suffisent pour obtenir ces résultats dans les terrains tourbeux et sablonneux de la Campine. Certains auteurs recommandent cependant, pour favoriser la levée, d'ajouter au mélange quelques kilogrammes de nitrate de potasse. Si la découverte du professeur Sacc en Bolivie se confirme, il est probable que ce produit coûteux ne tardera pas à subir une baisse considérable sur nos marchés. En effet, les journaux américains annoncent que le gisement de salpêtre nouvellement découvert pourrait suffire aux besoins de toute l'Europe.

**Formation du nitrate de potasse dans les plantes et du carbonate d'ammoniaque dans le fumier.** — La formation du nitrate dans les végétaux a donné lieu à des recherches nouvelles dont les résultats ont été présentés à l'Académie des sciences de Paris, dans la première

(1) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1883, p. 662.

(2) Les derniers *Bulletins* de la station agricole de Gembloux signalent la découverte en Belgique de nombreux gisements de phosphates pulvérisés ou à l'état de nodules, notamment dans tous les étages du système Yprésien de Dumont.

séance du mois de décembre, par MM. Berthelot et André. Tandis que la potasse vient du sol, l'azote qui forme l'acide nitrique viendrait en partie de l'atmosphère dans la plupart des plantes. Dans la bourrache et les amarantées, où ce sel prédomine, l'acide nitrique est constitué de toutes pièces par des cellules internes agissant à l'instar du ferment nitrique, générateur du salpêtre dans le sol. Ce ferment, découvert par MM. Muntz et Schloesing, transforme les matières organiques azotées en nitrate, comme le ferment ammoniacal transforme l'urée de l'urine et du purin en carbonate d'ammoniaque. Le ferment ammoniacal, d'après les dernières recherches de M. Ladureau, se trouve partout, dans l'air, dans l'eau et dans le sol : il agit dans le vide, sous pression et dans les gaz inertes qui paralysent l'action des ferments *aérobies*. Les anesthésiques mêmes, sauf le chloroforme, seraient sans action sur lui. M. Ladureau espère découvrir un corps capable d'entraver l'action de ce ferment, qui occasionne une déperdition considérable d'azote par suite de la volatilisation du carbonate d'ammoniaque qu'il engendre.

**Les engrais chimiques à bon marché.** — Les mercuriales du marché des engrais commerciaux trahissent une baisse considérable dans le prix de ces engrais, dont les cultivateurs pourront faire leur profit. Ainsi le nitrate de soude est descendu à 24 francs 20 centimes, et le sulfate d'ammoniaque à 34 francs, alors qu'ils se sont vendus respectivement jusqu'à 35 et 55 francs.

**Statistique agricole de la France. Cultures intensives.** — Les rapports des douze concours régionaux qui ont eu lieu sur différents points du territoire français à la fin de l'été 1884 (1), démontrent qu'en dépit de la crise agricole et de la dépréciation de la propriété foncière, la culture rationnelle et scientifique est encore une source de bénéfices.

La bonne préparation de la terre, la sélection des semences et des engrais, le développement de la culture fourragère et, par suite, l'accroissement du bétail ont donné des résultats très rémunérateurs dans la Marne, dans l'Aveyron, en Bretagne et jusqu'au Finistère.

Dans ces deux derniers départements, les bénéfices croissants obtenus par MM. Baron et Roudot, anciens élèves des fermes-écoles, sont établis par une comptabilité modèle.

(1) *Journal des débats*, 7 oct. 1884.

Un propriétaire du département de l'Aveyron, M. Pierre Rouget de Marascon a triplé en trois ans son capital d'exploitation et la valeur de son domaine.

Dans le département de la Marne, une ferme mal outillée et épuisée de 197 hectares, louée à raison de 1500 francs par an pour un terme de 25 ans, par M. Renard de Fienne, a produit en 15 ans 84 000 francs de bénéfice. L'inventaire, qui n'accusait à l'entrée qu'un avoir de 82 000 francs, s'est élevé en 1884 (en quinze ans) à 166 000 francs. Tout en développant la culture des prairies et l'élevage du bétail, M. Renard a presque triplé ses emblavures de froment et doublé celles de l'avoine.

La culture des céréales à grand rendement serait donc encore rémunératrice. Cependant la statistique comparée des rendements et des prix de vente durant ces trois dernières années constate une baisse énorme dans le produit brut en argent des récoltes en France (1).

La récolte de 1882 a donné un produit brut de 2400 millions de francs, celle de 1883 de 1980 millions, et celle de 1884 de 1750 millions seulement. De 1882 à 1883, la diminution du produit a été de 450 millions pour la seule récolte du froment ; de 1883 à 1884, la chute est encore de 230 millions, sans que l'on puisse attribuer cet effondrement aux intempéries, car les récoltes ont été bonnes.

**Droits d'entrée.** — Ces chiffres n'ont pas besoin de commentaires. Ils expliquent surabondamment pourquoi le gouvernement de la république française se prépare à imposer les blés étrangers de 3 francs et les farines de 7 francs, pour rétablir l'équilibre entre la production nationale et la production exotique, qui n'est point grevée d'impôts comme en Europe.

A part la Belgique, qui continue à confondre la libre entrée avec le libre échange, toutes les nations du continent sont protégées aujourd'hui contre l'étranger par un impôt sur les céréales étrangères.

En Allemagne, cet impôt s'élève à 1 mark (1 fr. 25) pour 100 kilogrammes de froment, et à 3 marks pour 100 kilogrammes de farine. Même tarif en Autriche-Hongrie. En Espagne, le droit sur le blé s'élève à 4 fr. 20 ; en Portugal, à 5 fr. 60 et à 8 fr. 96 pour les farines ; en Italie, à 1 fr. 50 ; en Russie, à 2 fr. 45 ; en Turquie, à 8 pour cent de la valeur.

Les économistes de cabinet qui continuent à défendre chez nous,

(1) *Journal de l'agriculture*, nov. 1884.

sous le nom de libre échange, la doctrine du laisser-faire et du laisser-passer, ne représentent-ils pas dans le domaine économique les utopistes qui prêchent le désarmement chez un peuple entouré de puissant voisins sur pied de guerre ? Par le temps qui court, de bons tarifs douaniers constituent souvent une défense plus sérieuse, aux frontières d'un pays comme le nôtre, que des baïonnettes et des forteresses ; car les guerres à coup de tarif sont parfois plus ruineuses que les guerres à coup de canon.

La Belgique, on ne peut le méconnaître, s'est presque toujours fait battre dans ces luttes contre des voisins plus puissants et plus habiles. Il suffit de consulter à ce sujet les raffineurs, les distillateurs, les meuniers, les brasseurs, les fabricants de papier, etc., pour être complètement édifié à cet égard.

Ainsi nos agriculteurs ont été contraints longtemps de racheter en France les produits de la distillation de leurs propres betteraves, que le fisc empêchait de traiter en Belgique, ou de racheter à nos voisins du sud des décliets de mouture de grains que la meunerie belge aurait pu livrer à bas prix, si on avait entravé l'importation des farines françaises, comme on entravait en France notre importation.

De même, l'importation croissante du bétail français et hollandais rend la concurrence indigène presque impossible sur nos marchés. Aussi, contrairement à ce qui se passe en France, le prix de la viande sur pied continue à baisser en Belgique, sans que le consommateur en profite, car la boucherie ne varie point ses prix. L'éleveur du bétail seule et la production du lait, du beurre et du fromage donnent des bénéfices sérieux aux cultivateurs intelligents. Avec notre système douanier éminemment vicieux ou impuissant, qui protège l'importateur contre le producteur indigène, les agriculteurs étrangers ne tarderont pas sans doute à nous battre sur ce terrain comme sur les autres. Tandis que nos verres à vitres et nos draps payent des droits d'entrée de 80 et 90 p. c. de leur valeur à la douane américaine, les blés d'Amérique, produits à bas prix, continuent à ne point payer un centime à la douane belge. C'est ce que l'on est convenu d'appeler « du libre échange ». La liberté du travail, ainsi comprise, doit nécessairement et rapidement amener la ruine de notre agriculture à très courte échéance. Et, comme la prospérité de l'industrie est solidaire de celle des campagnes, on peut s'attendre à voir la crise que nous traversons s'accroître de plus en plus, en dépit des prévisions optimistes des partisans du libre échange.

**Statistique générale de la production du froment en 1884. —**

D'après les documents officiels émanant du département de l'agriculture de Londres, l'Europe occidentale a besoin de 260 millions de bushels (93 millions d'hectolitres) pour combler les déficits de sa production de blé. Les pays producteurs disposent respectivement cette année des quantités suivantes :

Amérique	60 000 000	hectolitres
Indes	18 000 000	»
République-argentine	5 000 000	»
Australie	2 900 000	»
Russie, Autriche, etc.	28 800 000	»

L'Europe doit donc tirer du dehors plus de 64 millions d'hectolitres. On le voit, l'Amérique suffit presque à elle seule à combler le déficit. La production des autres pays exportateurs s'accroissant chaque année, il n'y a point d'espoir de voir les prix des céréales se relever d'ici à bien longtemps.

**Enseignement. Cartes agricoles.** — Le ministère de l'agriculture de Belgique vient de publier une série de cartes figurant la production en chevaux, bétail, céréales, cultures industrielles de nos différentes régions agricoles. Une carte est consacrée à chaque objet et l'intensité de la production est marquée par la coloration. M. Denis, professeur à l'université de Bruxelles, a présenté au Congrès agricole de Bruxelles de 1884 une autre série de tableaux indiquant par des courbes parallèles les variations qu'a subies en Belgique la production des céréales, des pommes de terre, et d'autres produits agricoles, en regard des prix de ces denrées et du mouvement correspondant de la population. Il constate que la matrimonialité s'est abaissée en Belgique et qu'elle ne varie plus, dans ces derniers temps, en raison inverse du prix du blé, mais en raison directe du prix de la houille.

Le *Journal de l'agriculture* de France annonce que la chambre des députés vient d'être saisie d'une proposition de loi tendant à créer dans chaque collège de l'État une chaire d'agriculture. Le rapport conclut à la nécessité d'introduire définitivement les sciences agricoles dans l'enseignement moyen, comme elles ont été introduites dans l'enseignement primaire. L'adoption de cette loi entraînerait nécessairement l'introduction définitive des sciences agricoles au programme de l'enseignement supérieur.

A. PROOST.

## HYGIÈNE

**Dosage des matières organiques contenues dans l'eau.** — Voici, d'après le *Répertoire de pharmacie*, un procédé très simple pour apprécier la richesse d'une eau en matières organiques ; il est dû à M. le pharmacien Limousin : on dissout 2 centigrammes de permanganate de potasse cristallisé dans un litre d'eau distillée ou d'eau de source très pure. Cette solution est telle qu'en opérant sur 5 centimètres cubes de l'eau à analyser, légèrement acidifiée par l'acide sulfurique, chaque goutte utilisée de 5 centigrammes représente 1 milligramme de matières organiques contenues dans 1 litre. On verse dans l'eau un nombre de gouttes suffisant pour lui donner une teinte rose persistante. A-t-il fallu y laisser tomber 10 gouttes, 20 gouttes, 30 gouttes ; c'est que l'eau contenait 10 milligrammes, 20 milligrammes, 30 milligrammes de matières organiques par litre.

L'avantage de ce procédé est de permettre une évaluation au demi-dixième de centimètre cube, puisque chaque centimètre contient 20 gouttes d'eau, tandis que les burettes ne sont graduées qu'au dixième de centimètre.

**Un filtre donnant de l'eau physiologiquement pure.** — Nous ne nous arrêterons pas à démontrer la nécessité de l'usage de l'eau pure, qu'elle soit prise comme boisson, qu'elle soit employée à la préparation de nos aliments. On sait aujourd'hui que l'eau est le principal véhicule des germes des affections contagieuses ; et il n'est malheureusement que trop fréquent de voir servir à l'alimentation une eau malsaine malgré de belles apparences. D'après M. Chamberland, nous pouvons maintenant prendre en toute sécurité une eau qui a traversé un vase poreux en porcelaine déglorifiée. C'est l'appareil qu'emploie M. Pasteur pour débarrasser les liquides de culture de leurs microbes.

Il consiste en un tube poreux de 20 centimètres de longueur sur 25 millimètres de diamètre. En adaptant cet appareil à une conduite d'eau, on peut, sous une pression de deux atmosphères, obtenir en un jour 20 litres d'eau pure. Il est facile d'en associer plusieurs en batterie pour satisfaire à une plus grande consommation.

Pour débarrasser l'appareil des impuretés qu'il enlève à l'eau, on peut très commodément le plonger dans l'eau bouillante ou le soumettre directement à la chaleur d'un foyer. Vu la garantie qu'il présente et la facilité de son maniement, nous ne saurions trop le recommander à l'attention de nos lecteurs (1).

**De quelques indications et contre-indications de la diète lactée.** — Le lait est l'aliment par excellence des petits enfants. Mais, si leur estomac le tolère facilement d'ordinaire, on peut dire que fréquemment, en revanche, celui des adultes le digère avec peine. Cette intolérance s'accroît encore à l'état morbide de l'organe digestif. Alors la sécrétion du suc gastrique est diminuée, celle du mucus accrue et les gros caillots de caséine difficilement dissous. Aussi la digestion du lait s'accompagne-t-elle souvent, dans ces cas, de fermentation acétique butyrique. Il est donc naturel de proscrire le lait quand ces fermentations anormales préexistent déjà ou, comme nous venons de le dire, quand la sécrétion du suc gastrique fait défaut ; ainsi dans le catarrhe chronique et dans l'ectasie ou état de distension de l'estomac. Cependant il est généralement admis que le lait est presque le seul aliment que comporte le traitement de l'ulcère rond de l'estomac. En dehors des affections gastriques, quand il n'y a pas d'intolérance spéciale, on prescrit volontiers le lait parce qu'il présente à l'état de grande division les différentes substances qui en font un aliment complet.

Chez l'homme bien portant, s'il faut en croire certaines assertions, 3 litres de lait seraient capables de suffire aux exigences d'une bonne nutrition. Il en est peut-être ainsi chez ceux qui mènent une vie sédentaire, en dehors de tout travail corporel intense. Mais l'ouvrier ne saurait se contenter de pareil régime, car le lait ne renferme pas assez d'hydrate de carbone pour satisfaire aux combustions organiques. Il convient donc d'ajouter du pain au lait quand on doit soumettre un travailleur au régime lacté. F.-A. Hoffmann admet que l'ouvrier peut se maintenir en pleine santé s'il prend de 4 à 6 litres de lait par jour ; mais il mentionne deux séries d'expériences qu'il a faites sur un médecin adonné à une vie très active et à qui il ne parvenait pas à faire prendre 3 litres de lait par jour. Aussi l'azote excrété par les urines et par les selles devint-il supérieur en quantité à l'azote ingéré avec le lait, et, pour ne pas compromettre la santé du

(1) *Répertoire de pharmacie.*

sujet. il fallut interrompre les expériences. Hoffmann observa qu'en été la perte d'azote était inférieure à ce qu'elle était en hiver. le froid exigeant une plus grande somme de combustion pour maintenir l'organisme au même niveau de température.

De ce qui précède, on déduira facilement avec Hoffmann que l'usage exclusif du lait convient très bien pour combattre l'obésité. surtout si l'on a soin de joindre à la prescription du régime lacté celle d'une vie corporelle active (1).

**Expériences relatives à la désinfection des locaux affectés au traitement des maladies contagieuses.** — Avant que l'expérience ait définitivement consacré la valeur d'un procédé, on voit souvent des opinions contradictoires tour à tour le vanter ou tendre à lui enlever tout crédit. C'est ainsi que dans la dernière livraison de la *Revue* (2) nous avons dit le peu de confiance que le D<sup>r</sup> Miguel, de l'observatoire de Montsouris, accorde aux fumigations sulfureuses pour désinfecter l'atmosphère d'une chambre. Dernièrement, au contraire (3), le D<sup>r</sup> Dujardin-Beaumetz, appelé à émettre son avis sur le même sujet, plaça au point de vue pratique les mêmes fumigations au premier rang. Si nous en croyons M. Dujardin-Beaumetz, le brome, employé comme il l'est, mêlé à du tuf siliceux, moulé sous forme de bâtonnets, ne se répartit que très inégalement dans l'appartement et n'a qu'un pouvoir de pénétration très faible. Il est incapable de désinfecter. les papiers réactifs en font foi, le contenu des objets de literie.

Quant au chlore, il offre le sérieux inconvénient de détériorer le mobilier, et puis, pour rappeler l'opinion de M. Depaire (4), le chlore est-il bien un antiseptique? ou n'est-ce au contraire qu'un simple désodorisant?

Le sulfate de nitrosyle, substance qui se dépose sous forme de cristaux dans les chambres de plomb servant à la fabrication de l'acide sulfurique, présente aussi l'inconvénient d'altérer les meubles, et doit être réservé pour la désinfection des pièces complètement dégarnies, comme les caves, etc.

C'est donc à l'acide sulfureux que le D<sup>r</sup> Dujardin-Beaumetz recommande de recourir, et il apprécie les différents procédés sous lesquels

(1) *Journ. des sciences méd. et natur. de Bruxelles*, décembre 1884.

(2) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1884.

(3) Voir *Bulletin général de thérapeutique*, 30 septembre 1884.

(4) *Bulletin de l'Académie de médecine de Belgique*.

on peut l'employer ou l'obtenir. Le plus simple est certainement celui qui consiste à brûler de la fleur de soufre que l'on arrose d'un peu d'alcool. On évalue à 30 grammes par mètre cube la quantité de soufre suffisante pour désinfecter l'atmosphère d'une salle. La pièce étant aussi bien fermée que possible, on y laisse séjourner pendant 24 heures l'acide sulfureux développé par la combustion du soufre. Ce procédé peut être accusé de ne pas écarter tout danger d'incendie. Mais ce danger nous semble suffisamment prévenu, si l'on met le soufre dans une terrine en fer ou en terre réfractaire, déposée elle-même sur un morceau de sable ou quelques fragments de briques. Un autre reproche que l'on peut faire à ce procédé, c'est qu'il développe une couche de sulfure métallique sur les objets en fer ou en cuivre, grâce aux parcelles de soufre distillées par la combustion et projetées partout dans la place.

Un deuxième procédé, nullement passible des reproches que nous venons de faire au précédent, c'est la volatilisation de l'acide sulfureux liquide. Il est contenu dans des siphons pareils à ceux qui renferment l'eau gazeuse. Chaque siphon contient environ 750 grammes d'acide sulfureux et peut servir à désinfecter 20 mètres cubes. Pour mettre en jeu le procédé, on fait communiquer, par un tuyau de caoutchouc qui traverse une ouverture pratiquée à la porte de l'appartement, une cuvette située au milieu de celui-ci avec le siphon placé au dehors. Si l'on presse doucement sur la pédale de ce siphon, l'acide sulfureux arrive dans la cuvette et s'évapore dans la salle. Malheureusement chaque siphon coûte 5 francs, et c'est un prix trop élevé pour permettre la vulgarisation du procédé.

Enfin un dernier moyen facile de disséminer dans l'air les vapeurs d'acide sulfureux consiste dans la combustion du sulfure de carbone. Mais cette opération, réalisée sans précautions particulières, peut occasionner de sérieux inconvénients. Voici à quels artifices recourt M. Ckiani pour les éviter. Il se sert d'une cuvette en cuivre, dans laquelle il place un vase à gorge étroite dont la cavité communique avec la cuvette par l'intermédiaire de trois siphons. On introduit dans le vase un tube métallique de même hauteur que lui et percé de petits trous à sa surface supérieure. Par ce tube on verse dans le vase, à l'aide d'un entonnoir, une certaine quantité de sulfure de carbone dont le niveau ne peut atteindre l'extrémité supérieure des siphons. Le tube doit servir, en outre, de support à une mèche de coton maintenue entre deux toiles métalliques concentriques. Cette mèche, s'imbibant de sulfure de carbone, permettra la combustion du liquide,

grâce au passage de l'air par les trous du tube métallique. Pour faciliter le tirage, on adapte au col du vase un tube qui fait office de cheminée. L'appareil ainsi disposé, si l'on verse dans la cuvette une quantité d'eau assez abondante pour pénétrer par les siphons dans l'intérieur du vase, l'eau, plus légère que le sulfure, surnage et le force par sa pression à s'élever dans le tube métallique pour assurer l'imbibition de la mèche de coton.

Une fois la mèche allumée, on ferme la pièce aussi complètement que possible durant 12 heures. Deux kilogrammes et demi de sulfure suffisent amplement à désinfecter une salle de la capacité de 100 mètres cubes. Or, le liquide ne coûtant que 50 centimes le kilo, on voit que la désinfection par ce procédé revient à bon marché. Il est vrai que l'achat de l'appareil nécessite une dépense de 40 à 50 francs.

Jusqu'ici M. Dujardin-Beaumetz n'a étudié l'action de l'acide sulfureux que sur les liquides de culture, des bouillons contenant différents proto-organismes, entre autres le microbe-virgule de Koch. Il y a soumis également des tubes renfermant de la lymphé vaccinale. Des liquides identiques, choisis comme témoins, servaient de contrôle. Nous sommes désireux de connaître les résultats que M. Dujardin-Beaumetz obtiendra de ses expériences sur les micro-organismes à l'état sec et les virus desséchés. Car le pouvoir microbicide de l'acide sulfureux dans ces conditions est fortement mis en doute. Aussi convient-il, quand il s'agit de désinfecter l'atmosphère d'une salle, d'y répandre au préalable d'abondantes vapeurs d'eau. Il suffit pour cela d'y déposer quelques grands récipients remplis d'eau bouillante. On aura ainsi plus de chances de succès.

Quoi qu'il en soit, les vapeurs d'acide sulfureux sont des plus pénétrantes, comme en témoignent des papiers réactifs enfouis dans l'épaisseur des matelas ou enfermés dans des armoires et même dans des boîtes. Nous suivrons avec intérêt les études dont ce réactif sera l'objet, car la facilité de son emploi et son prix de revient peu élevé le mettent à la portée de tout le monde.

D<sup>r</sup> A. DUMONT.

---

## ZOOLOGIE

—

**Le Calao (1).** — Les Calaos sont de gros oiseaux qui habitent l'Afrique et l'Asie méridionales ; on les range généralement parmi les Passereaux ; ils atteignent presque le volume du Dindon ; de plus leur bec, déjà haut et long, porte encore à sa base une éminence semblable à une corne, ce qui a valu aux différentes espèces les noms de *Buceros rhinoceros*, *B. monoceros*, *B. bicornis*, *B. galeatus*, etc. Malgré tout cela, les Calaos ont le vol aussi rapide et aussi prolongé que le Pélican et l'Albatros qui figurent sans conteste parmi les meilleurs voiliers.

Eh bien ! malgré les apparences, cela n'a rien de surprenant quand on connaît l'admirable et rigoureuse subordination qu'il y a entre l'organisation de l'oiseau et le vol, son mode spécial de locomotion. En effet tous les organes, et avant tout ceux-là qui ailleurs sont naturellement les plus pesants, tels que le squelette, présentent dans leur structure une tendance évidente à diminuer le plus possible le poids spécifique de l'oiseau. C'est ainsi que plusieurs des os, au lieu d'être massifs et remplis de moelle, sont creusés de vastes lacunes, remplies d'air grâce à leur communication avec les cavités aériennes du corps. C'est en cela que consiste la *pneumaticité* du squelette des oiseaux. Elle le rend plus léger, sans diminuer sa résistance, en vertu du principe des colonnes creuses.

Cette propriété, comme on peut s'y attendre, ne se rencontre pas dans le squelette des oiseaux qui ont perdu, comme l'Autruche, la faculté de voler. Au contraire elle est le plus marquée dans les meilleurs voiliers, chez lesquels elle envahit un nombre d'os plus considérable.

Ne nous étonnons donc pas de ce que Richard Owen découvrit des trous d'aération sur *tous* les os du Calao, qui tous étaient pneumatiques. C'est là une exception remarquable ; car il y a toujours, chez les autres oiseaux, des os qui échappent à la pneumatité.

Mais la légèreté du Calao se trouve encore assurée par une deuxième disposition qu'on peut ramener facilement à l'état normal. En effet, chez tous les oiseaux, les deux bronches ne fournissent pas seulement les arborisations qui constituent le poumon, mais elles émettent en outre

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, novembre 1884.

quelques troncs qui traversent les poumons sans se diviser et n'en sortent que pour se dilater en cavités que l'on appelle les *sacs aériens* des oiseaux. Ils communiquent à leur tour par les trous d'aération avec les lacunes centrales des os. Il résulte de ces dispositions que l'air circule facilement et abondamment dans le corps des oiseaux : aussi ces sacs jouent-ils un rôle important non seulement dans la respiration, mais encore dans le mécanisme de l'effort, dans la production de la voix, et surtout ils contribuent beaucoup à diminuer le poids spécifique de l'oiseau. Ordinairement il y a même des diverticules, émis par les sacs aériens, qui vont ramper jusque sous les téguments. C'est à la présence de l'air ainsi contenu sous la peau qu'est dû le crépitement qui se produit lorsqu'on touche le curieux Pélican.

Chez le Calao, M. Alphonse Milne Edwards retrouvait récemment toutes ces particularités : il y a constaté, de plus, que la peau est en quelque sorte doublée par un vaste ensemble de cellules aériennes tellement rapprochées que la chair ne tient presque plus aux téguments, si ce n'est sous le brechet et au bas de l'abdomen. Ce n'est pas seulement le corps, ce sont aussi les ailes jusqu'à leur pointe et les membres postérieurs jusqu'aux dernières phalanges qui sont enveloppés d'une telle atmosphère sous-cutanée. Faut-il s'étonner si, avec une telle organisation, le Calao ne pèse pas plus de 1500 grammes et si, malgré sa taille de Dindon, il figure néanmoins parmi les oiseaux les plus rapides ?

**La ligne latérale des Poissons osseux (1).** — Ce n'est pas la première fois que nous entretenons nos lecteurs de cet appareil. Nous leur avons exposé autrefois (2) d'après M. B. Solger, ce que l'on connaissait à son sujet, du moins aux points de vue morphologique et histologique. Son nom de ligne latérale vient de ce que ses éléments « sont disposés très régulièrement l'un derrière l'autre, formant une série ordinairement rectiligne, courant sur les flancs, à égale distance de la colonne vertébrale et de la ligne médiane ventrale ». Cette ligne est déprimée en forme de gouttière dans le fond de laquelle se trouvent des papilles revêtues d'un épithélium sensoriel. C'est même cette dernière particularité qui les a rattachées incontestablement à l'appareil de la sensibilité ; on y voyait même les organes d'un sixième sens spécial aux Poissons, aux Batraciens et aux Lézards. Malheureusement

(1) *Revue scientifique*, 11 octobre 1884.

(2) *Revue des questions scientifiques*, 20 juillet 1883.

les physiologistes ne s'étaient pas encore, à cette date, occupés de ces intéressantes formations, et pourtant on supposait déjà que ce prétendu sixième sens pourrait bien n'être que « une modification du sens du toucher appropriée à la vie aquatique ».

Cette intuition vient d'être entièrement confirmée par les recherches expérimentales de M. P. de Sède. L'auteur s'est adressé à des Poissons préalablement chloroformés, auxquels il a pu réséquer le nerf latéral qui innerve la ligne. Quand le Poisson ainsi opéré a été réveillé par un courant d'eau fraîche, M. de Sède le met dans un grand bocal où il a eu soin de déposer un fragment de polypier pierreux, ainsi que de longs tubes de serpules plus ou moins enchevêtrés ; bref, le Poisson se trouve devant un petit dédale de méandres ; or, quoiqu'il soit bien rétabli, il ne marche que lentement, avec une grande prudence, comme s'il ne se guidait que difficilement.

Cela fait déjà supposer que le nerf latéral et les organes connexes interviennent dans la locomotion du Poisson, et concourent à cette œuvre avec les yeux. L'auteur a même pratiqué sur deux Perches l'ablation de ceux-ci, et cette cécité ne les a pas empêchées, après quelques jours, de se diriger avec aisance dans leur aquarium. Il est probable que, pendant ces quelques jours, le prétendu sixième sens perfectionnait son action jusqu'à pouvoir suppléer la vue.

Il est vrai qu'il ne restait pas seulement aux Perches la sensibilité spéciale de la ligne latérale ; elles possédaient encore intacte leur sensibilité générale. Il importait grandement de savoir si l'influence de celle-ci n'est pas grande dans l'orientation des Poissons. Sur les Perches, l'expérimentation n'a pas réussi : et l'auteur s'est adressé alors au Barbeau. Or, celui-ci, après avoir été privé de ses globes oculaires et aussi, pour plus de précaution, de ses barbillons, se dirigeait encore malgré cela dans le bocal à méandres. Au contraire, quand M. de Sède lui eut réséqué le nerf latéral, le Barbeau persista dans une immobilité obstinée ; s'il se déplaçait, ce n'était qu'après une excitation pressante ; alors il allait se heurter partout, ou bien il se livrait à des mouvements désordonnés en haut, en bas ou même en arrière.

Il y a une expérience peut-être plus démonstrative encore. L'auteur n'avait réséqué que d'un côté seulement le nerf latéral d'une Perche aveuglée. Or cette opération ne sembla lui causer aucun embarras, mais dans la suite elle s'arrangeait de façon à longer les obstacles par le côté dont la ligne latérale avait été respectée.

Il est démontré que la ligne latérale n'est influencée ni par la

lumière ordinaire, ni par la lumière phosphorescente, ni par le son, mais qu'elle perçoit la pression d'une colonne d'eau.

Ce ne peut pas être non plus sans motif que les Poissons sédentaires qui habitent des fonds très inégaux ont la ligne latérale très marquée.

Par tout cet ensemble d'expériences et d'observations, il semble bien acquis actuellement que la ligne latérale a pour but de percevoir « les courants, les remous, les faibles mouvements de l'eau ». Par ses informations, le Poisson, — et le Batracien aussi probablement. — pourrait apprécier sa vitesse; il pourrait apprendre le déplacement d'autres êtres dans un voisinage plus ou moins immédiat, etc.

On a donc eu tort de parler d'un sixième sens. La ligne latérale n'est qu'une adaptation du sens du toucher à la vie aquatique, et ses opérations ne sont que celles de la sensibilité générale, devenues plus précises et plus délicates.

**Le muscle présternal et sa signification anatomique (1).** — On accorde actuellement en biologie une grande importance aux cas tératologiques, et il est des naturalistes, M. Camille Dareste par exemple, qui ont la spécialité de les étudier, et savent même en provoquer l'apparition presque comme ils le veulent. M. L. Testut s'est surtout occupé des anomalies du système musculaire, et elles sont tellement nombreuses et instructives qu'il en a pu faire un véritable traité. Nous présenterons ici un exemple curieux de ses études.

En 1604, on a signalé pour la première fois la présence, extraordinaire chez l'homme, d'un muscle situé en avant du sternum et ne remplissant absolument aucune fonction. Croyant qu'il existait normalement chez les Mammifères, on l'appelait alors le *sternalis brutorum*; plus tard on remplaça cette appellation par une autre, également inexacte, celle de *rectus thoracis*. Actuellement pour ne rien préjuger, on l'appelle simplement le muscle *présternal*. Des anatomistes l'ont aussi signalé pendant le dernier siècle, et on pourrait facilement citer aujourd'hui plusieurs centaines de cas bien constatés. Même sur le vivant, le courant faradique a pu manifester sa présence chez deux sujets.

Il n'attire pourtant guère l'attention par son aspect extérieur; car c'est un simple ruban musculaire, souvent assez grêle, charnu dans son milieu et tendineux à ses extrémités. Quant à sa fréquence, on peut la représenter par 3 1/2 p. c.; c'est donc un muscle bien rare.

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, n° 1, 1884.

Ce qu'il présente d'intéressant, c'est sa situation et ses insertions. Comme nous le disions plus haut, il est en avant du sternum ; il s'étend depuis la poignée de celui-ci jusqu'à la 5<sup>e</sup>, la 6<sup>e</sup> ou la 7<sup>e</sup> côte : par son extrémité supérieure il se confond plus ou moins avec le muscle sterno-mastôidien, et en bas il se termine par la gaine aponévrotique du grand oblique, ou bien encore sur le muscle grand droit de l'abdomen.

Quelle peut bien être la signification anatomique de cet organe ? Les uns ont dit que c'était une dépendance du grand droit de l'abdomen. Effectivement chez les mammifères il arrive, — anomalie insignifiante, — que ce dernier muscle remonte jusqu'aux premières côtes et même jusqu'à la clavicule. D'après cela, le muscle présternal humain serait une reproduction irrégulière de ce prolongement thoracique du grand droit, prolongement qui est fréquent et presque normal chez les mammifères. C'est même cette opinion qui avait fait accrédi-ter le nom de *sternalis brutorum*.

Mais cette interprétation est inadmissible, car il arrive que, chez l'homme lui-même, le muscle grand droit se plonge aussi dans la région thoracique ; or, dans ces cas, il ne vient jamais occuper la place du présternal. D'ailleurs il est bien prouvé que le grand droit et le présternal ne font pas partie d'un même groupe anatomique, et dès lors ils sont complètement indépendants.

Si le muscle présternal n'est pas une expansion de l'insertion supérieure du grand droit, n'est-il pas peut-être la continuation du sterno-mastôidien avec lequel, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il se fusionne plus ou moins par son extrémité supérieure ? M. Testut ne méconnaît pas que cette interprétation est relativement admissible.

On ne peut pas non plus regarder le présternal comme un îlot détaché du peucier, car ce dernier muscle appartient à un plan plus superficiel.

Enfin il y a même un anatomiste qui, ne trouvant aucune autre assimilation à établir, considère le muscle présternal comme un muscle spécial à l'espèce humaine. Mais cette opinion ne supporte pas un instant l'examen ; car il serait bien singulier que, pour un organe spécial que l'homme posséderait, ce serait précisément un rouage absolument inutile. D'ailleurs, pourquoi apparaîtrait-il si rarement ?

Quant à notre auteur, guidé par l'anatomie comparée et inspiré par les doctrines évolutionnistes, il cherche dans la série des vertébrés le muscle qui serait l'homologue du muscle présternal humain. Il conclut de ses études que ce muscle se rattache à la fois au sterno-mas-

toïdien par son sommet et au grand oblique par son extrémité inférieure. Il est évident qu'à première vue cette induction heurte les idées de la généralité des anatomistes, car elle rattache et confond en quelque sorte deux muscles aussi différents et aussi éloignés que le sterno-mastoïdien et le grand oblique.

N'est-il pas possible pourtant de montrer qu'ils peuvent être considérés comme faisant partie d'un même système anatomique? Oui, répond M. Testut. et il trouve la preuve de sa réponse en étudiant la myologie des Serpents. En effet, chez ceux-ci, l'insertion supérieure du grand oblique se fait jusque sur l'os mastoïde. et de là un faisceau de fibres se détache pour se porter vers la face ventrale, en suivant un plan superficiel. Or ce groupe ne renferme-t-il pas à lui tout seul le grand oblique, le sterno-mastoïdien et le présternal? Cela est parfaitement admissible.

Revenons aux mammifères et à l'homme. Les modifications qui se sont produites dans l'aspect des trois muscles, et notamment leur séparation, s'expliquent tout naturellement. L'apparition du sternum et des membres antérieurs chez les vertébrés supérieurs aux Serpents est venue couper le grand oblique en deux masses : la partie laissée en avant, c'est le sterno-mastoïdien et le présternal ; le grand oblique de l'homme et des mammifères représenterait le fragment postérieur. Les fibres de la première partie qui se trouvaient dans une position présternale n'ayant plus de rôle à remplir auront disparu. Mais parfois elles réapparaissent par atavisme.

Telle est l'explication du muscle présternal d'après l'école évolutionniste.

**L'appareil respiratoire des Arachnides (1).** — On rencontre chez les Articulés de la classe des Arachnides presque tous les modes de respiration. Cette fonction s'accomplit par toute l'étendue de la peau chez les Linguatulides, les Pycnogonides et les Tardigrades, car jusqu'ici on n'a découvert chez eux aucun organe qui lui soit spécial. On trouve des trachées chez les Acariens et les Phalangiers ; on donne le nom de poumons aux organes respiratoires des Scorpions, des Pédipalpes et des Aranéides ou Araignées proprement dites, et enfin on trouve à la fois des trachées et des poumons chez beaucoup d'Aranéides (Argyrônète, Épéire, etc.).

Or, en faisant abstraction des trois premiers ordres, on peut consi-

(1) *Archives de Biologie*, fascicule 1, 1884.

dérer ces modes comme se rattachant étroitement à la respiration trachéenne si l'on admet, ainsi qu'il était généralement enseigné jusqu'aujourd'hui, que les poumons des Scorpions et autres ne sont que des trachées aplaties, et qu'en un mot les Arachnides sont des Trachéates.

Mais certains naturalistes commencent à émettre une nouvelle théorie, en vertu de laquelle les Arachnides seraient reportés vers les Articulés à branchies, nommément vers les Crustacés Pœcilopodes, dont le type actuellement vivant est la curieuse *Limule*. C'est l'opinion de plusieurs zoologistes, entre autres de MM. Ed. Van Beneden, Barrois et Ray Lankester.

Pour que ce rapprochement ne soit pas choquant, il faut pouvoir considérer comme homologues la branchie des *Limules*, le poumon et aussi la trachée des Arachnides.

La difficulté est certainement grande, quand on ne considère ces organes qu'à première vue. En effet, chez la *Limule*, il y a 5 paires de pattes abdominales lamelleuses ; à leur face supérieure, chacune porte un paquet de minces lamelles respiratoires. Chez les Arachnides au contraire, du moins celles qui ont des poumons, il y en a 4 paires, 2 paires, ou même une seule, et elles sont constituées comme suit. On trouve à la face abdominale 8, 4 ou 2 orifices disposés régulièrement par paires ; ce sont les fentes stigmatiques ; elles donnent entrée dans une espèce de vestibule, et au fond de celui-ci sont des lamelles horizontales superposées ; elles délimitent par conséquent un vaste ensemble de fentes qu'on peut regarder comme des ramifications du vestibule.

Il y a donc un organe commun aux deux appareils respiratoires, la lamelle, et c'est même la partie essentielle, ainsi qu'il résulte de sa structure. Chaque lamelle se compose de deux cuticules extrêmement fines, perméables à l'air : entre les deux cuticules s'étend une cavité ; elles sont maintenues à distance par des colonnettes cellulaires largement espacées : c'est même [probablement] dans celles-ci que se forment les nouveaux globules du sang ; la lamelle est complètement fermée sur toutes ses faces qui donnent dans la cavité pulmonaire, mais par le côté d'adhérence il y a de nombreuses communications avec un vaste sinus sanguin qui entoure le poumon. Ainsi se produit le contact intime de l'oxygène avec le sang veineux.

L'auteur de ce travail, M. Mac Leod se livre à une comparaison très étendue et très minutieuse des deux appareils respiratoires : branchie de *Limule* et poumon d'*Aranéide* ; et il constate de grandes ressemblances dans des points essentiels, et des différences insignifiantes qui

s'expliquent même facilement. Aussi conclut-il à l'homologie du poumon d'Arachnide et de la branchie de la Limule.

Quant à la trachée d'Arachnide, M. Mac Leod a choisi l'Argyronète pour l'étudier. Sur l'abdomen de cette intéressante araignée aquatique, on remarque quatre orifices, comme d'ailleurs chez toutes les Aranéides, même les dipneumones : la paire antérieure est l'entrée de deux poumons constitués ainsi qu'il a été dit plus haut ; et les deux orifices postérieurs donnent dans deux troncs trachéens qui se ramifient. Il est bien difficile de ne pas regarder cette paire postérieure comme représentant la paire postérieure de poumons d'une Aranéide tétrapneumone, telle que la Mygale. La trachée est donc ramenée au poumon.

Devrait-on peut-être se laisser arrêter par la ressemblance qu'il y a entre les trachées des Arachnides et celles des Insectes et des Myriapodes ? Non, répond M. Mac Leod, car la seule ressemblance notable, c'est l'existence du fil spiral ; or elle ne suffit pas, d'autant plus qu'elle est accompagnée de différences importantes, ne fût-ce que dans la situation des stigmates. En effet, chez les Insectes et les Myriapodes les stigmates sont situés sur la face dorsale, tandis que chez les Arachnides, quand il y a des trachées, elles s'ouvrent à la face ventrale, tout comme les poumons.

En résumé, on pourrait séparer les Arachnides trachéennes des Insectes et des Myriapodes, ramener les trachées des Arachnides aux poumons des mêmes animaux, et ensuite identifier ces derniers organes avec les branchies de la Limule, puis avec les branchies des autres Crustacés.

Ces résultats obtenus, M. Mac Leod expose la série d'étapes que les Limules ont dû vraisemblablement parcourir pour devenir des Arachnides pulmonées. Ainsi, à un certain moment de son évolution, la Limule aura pris l'habitude de faire des excursions sur terre et, comme ses organes respiratoires étaient encore des branchies, elle devait nécessairement emporter avec elle une certaine provision d'eau enfermée précieusement. Il y a de nos jours quelque chose d'analogue chez certains Crabes terrestres ; ou bien encore cette étape des Limules ressemblait peut-être à ce qu'on trouve aujourd'hui dans quelques Poissons d'eau douce indiens, tels que l'Anabas : ils peuvent vivre très longtemps à terre ; ils peuvent même grimper sur les palmiers, et pourtant c'est toujours par des branchies qu'ils respirent, parce qu'ils ont au-dessus des branchies une sorte de réservoir, un dédale de cellules dépendant de certains os. (Poissons labyrinthiformes.)

Puis, l'évolution progressant, l'organe respiratoire n'avait plus

besoin de tirer son oxygène de l'eau, mais pouvait le prendre directement dans l'air ; dès ce moment, il méritait le nom de poumon, et la Limule était devenue le Scorpion, ou du moins un animal très voisin de celui-ci. Puis l'abdomen se réduit de longueur, et le nombre des organes respiratoires se réduit aussi ; chez la Limule, il y en a cinq paires : le Scorpion n'en a plus que quatre ; il n'en reste que deux chez la terrible Mygale par exemple, et il n'y en a plus qu'une paire chez l'immense majorité des Aranéides.

Telle est, d'après la nouvelle école, la phylogénie des Arachnides. Leurs ancêtres n'étaient pas des Trachéates, mais des Crustacés.

**L'appareil vénénifique des Hyménoptères (1).** — Nous avons ici un appareil d'une tout autre nature morphologique que celui du Scorpion, dont nous parlerons dans la prochaine livraison de la Revue. Chez le Scorpion c'est un zoonite, ou anneau tout entier, qui est transformé ; au contraire chez les Hyménoptères porte-aiguillons, du moins chez les individus femelles, plusieurs anneaux abdominaux interviennent dans la constitution de l'appareil. Ce sont l'antépénultième et l'avant-dernier qui fournissent les pièces constitutives de l'aiguillon ; une gaine, dans celle-ci deux stylets dentelés, voilà la partie active ; au milieu de la base de ceux-ci vient déboucher le canal excréteur commun aux deux glandes vénéneuses.

Le venin est de l'acide formique, disait-on jusqu'aujourd'hui, mais dernièrement M. Carlet démontrait qu'il y a toujours deux systèmes glandulaires distincts : l'un à sécrétion fortement acide, et un autre, qu'il a découvert partout, dont le contenu possède une faible réaction alcaline ; l'un et l'autre finissent par déboucher à la base de la gaine de l'aiguillon, et il se fait que ce mélange des deux fluides est toujours acide. Il est incontestable que ce mélange est indispensable pour que le venin soit efficace, car des mouches sur lesquelles M. Carlet expérimentait ne souffraient nullement quand on inoculait exclusivement l'un des deux produits ; elles succombaient au contraire, si on leur inoculait soit le venin ordinaire, où le mélange est fait naturellement, soit les deux produits successivement ; dans ce dernier cas la mort survenait quelque temps après la deuxième injection, quand on pouvait supposer que le mélange s'était effectué au sein des tissus.

A. BUISSERET.

(1) *Revue scientifique*, 28 juin 1884.

# NOTES

---

*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, tome XCIX, octobre, novembre, décembre 1884.

N<sup>o</sup> 14. **Mouchez** : On a pu utiliser la longue durée de l'éclipse de lune du 4 octobre 1884. pour déterminer plus exactement le diamètre de cet astre à l'aide des occultations des nombreuses petites étoiles que l'obscurité de la lune permettait d'apercevoir près de ses bords. Pendant la durée de l'éclipse totale, les deux segments sphériques des bords correspondant aux deux points de contact d'entrée et de sortie, sur une étendue d'environ trente degrés, sont restés simultanément et très sensiblement plus éclairés que le reste de la surface et de la circonférence de notre satellite. **Tresea** : Les essais faits à Turin et à Lanzo sur la distribution de l'éclairage électrique à grande distance (quarante kilomètres) ont parfaitement réussi. **Berthelot** et **André** : Dans la Bourrache et les Amarantacées, la proportion de salpêtre est le plus grande au début de la floraison. **A. Rodet** confirme, par de nouvelles expériences, que c'est un microbe spécial, ayant une préférence spéciale pour les os, notamment pour les parties de plus rapide accroissement, qui est l'agent spécifique de l'ostéomyélite infectieuse. **Laillier** : Dans le délire aigu et dans la manie aiguë, il y a, chez ceux qui en sont atteints, élimination, avec excès notable, d'acide phosphorique et d'urée; de même chez ceux qui ont des crises épileptiques fréquentes. **Mano** : A part quelques exceptions, la partie de l'isthme de Panama entre Panama et Colon présente des sédiments évidemment postquaternaires et modernes.

N<sup>o</sup> 15. **Debray** et **Joannis** démontrent par des expériences précises que, par la chaleur, l'oxyde de cuivre se dédouble en sous-oxyde et

oxygène. **Le Roux** : Les cahotements du chemin de fer peuvent disloquer mécaniquement les images accidentelles (subjectives) des objets fortement éclairés. **Venukoff** : Les étages moyens et supérieurs du système dévonien sont seuls représentés en Russie ; les étages inférieurs y manquent.

N° 16. **Maumené** prétend que, dans les hydrates normaux de potasse et de soude, le poids de l'eau est identique à celui de la potasse anhydre ou de la soude anhydre. **Arloing** établit, par de nouvelles expériences, que la scrofule et la tuberculose sont des affections voisines, mais causées par des virus différents, ou bien qu'elles dérivent d'un seul virus dont l'activité est modifiée plus ou moins dans la forme scrofuleuse. En tout cas, au point de vue pratique, il y a lieu de maintenir la distinction des deux affections.

N° 17. **Bertrand** vient de publier le premier volume des *Discours et Éloges académiques* de Dumas ; il y aura un second volume. On y trouvera entre autres les éloges des savants dont les noms suivent : Faraday, Pelouze, Geoffroy Saint-Hilaire, de la Rive, les deux Brongniart, Balard, Victor Regnault, Henri et Charles Sainte-Claire Deville, etc. Dans un de ces éloges, Dumas fait remarquer que « l'exposition de la science serait incomplète et fautive si, dans le tableau du présent, on négligeait les droits et les travaux du passé », mais il fait précéder cette pensée juste et vraie des paroles suivantes : « Il en coûte aux plus rares esprits de sentir que, dans la marche lente, mais sûre, du génie de l'humanité, ils ne sont qu'un accident, de reconnaître que dans ce mouvement de la marée intellectuelle qui élève le niveau de l'âme humaine, ils ne sont qu'une vague un peu plus vigoureuse qui précède les autres, mais qui ne dépasse guère la ligne qu'elles allaient toutes bientôt franchir poussées par la main de Dieu. » **Marey**, dans un admirable rapport, résumé d'une étude de statistique graphique sur la propagation du choléra, démontre que, parmi les influences multiples qui peuvent transmettre la maladie, il en est une qui, par son intensité, domine toutes les autres : c'est la souillure des eaux livrées à l'alimentation publique. Assurer, dans chaque localité, la pureté des eaux potables devra être la première préoccupation des hygiénistes, le premier devoir de l'administration. **Berthelot** et **André** résument comme suit leurs études sur la présence et la formation du salpêtre dans les plantes : La présence du salpêtre est universelle dans le règne végétal ; dans celles qui en contiennent le plus, la Bourrache et les Amarantacées, il est surtout concentré dans la tige, tant comme pro-

portion relative que comme poids absolu : puis vient la racine. Les radicules, les fleurs, les feuilles surtout, sont les organes qui en renferment le moins; ces dernières, parce que les actions chimiques réductrices développées par les parties vertes tendent à y détruire les azotates. En dosant le salpêtre pendant les différentes périodes de la végétation, ils ont reconnu qu'il se manifeste de plus en plus abondamment à partir de la germination jusqu'à l'époque qui précède la floraison, laquelle répond à son maximum relatif. Il diminue ensuite, au moins quant à sa proportion centésimale, pendant que le végétal produit ses fleurs et ses fruits, pour reparaitre plus abondant lorsque la fonction de reproduction commence à épuiser ses effets. Mais alors la marcescence et la mort du végétal ne tardent pas à arrêter le développement du salpêtre. L'affaiblissement de la quantité de salpêtre pendant la période de reproduction est dû à ce que l'azote qu'il renfermait d'abord est employé à former les principes protéiques de la fleur et de la graine, concurremment avec celui des matières nitrogénées du sol et de l'ammoniaque de l'air. Une nutrition trop abondante, susceptible d'exagérer la formation des parties vertes des plantes, produit le même effet que la floraison et la fructification. Le salpêtre contenu dans les plantes riches ne préexiste ni dans les engrais, ni dans le sol, ni dans l'air : il est formé dans la plante même, sans doute par le jeu de certaines cellules agissant comme le ferment nitrique qui produit le salpêtre dans le sol. A. de Candolle vient de publier une nouvelle édition de son *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*. Olzewski : Le point critique du protoxyde d'azote est  $139\frac{1}{2}$  degrés sous zéro ; il se solidifie dans le vide à 211 degrés sous zéro.

N° 18. Læwy fait ressortir les avantages de l'équatorial coudé en astronomie pratique. Bouquet de la Grye conclut une étude préliminaire des plaques photographiques du passage de Vénus, en disant que tout concourt à prouver qu'à elles seules elles donneront une parallaxe définitive du Soleil. L'observation directe ne semble pas devoir donner des résultats aussi certains, parce que dans l'emploi de la méthode de Halley, on admet que le Soleil et Vénus sont vus partout sous un même angle. Or, il n'en est rien. Si l'observateur a laissé venir jusqu'à son œil trop de lumière, la diffraction augmente le diamètre du Soleil et diminue celui de Vénus ; dans le cas inverse, il y a d'autres causes d'erreur. Berloty : Si les racines d'une équation algébrique, représentées géométriquement, sont sur une droite ou d'un côté de cette droite, il en est de même des racines de l'équation dérivée. G. Colin :

Certains virus se conservent temporairement avec toute leur virulence dans l'organisme d'animaux réfractaires à ces virus, mais pouvant servir d'intermédiaires pour la contagion.

N° 19. **Krebs** et **Renard** ont fait de nouvelles expériences concluantes avec leur aérostat dirigeable. Ils ont pu lui donner une vitesse de vingt-trois kilomètres à l'heure et revenir à leur point de départ, en luttant en certains points du circuit contre le vent qui avait une vitesse de huit kilomètres à l'heure. **Chairy** : L'air de la ville d'Alger contient d'une manière normale, outre du sel marin apporté par les vents venant de la Méditerranée, du fer, à l'état de carbonate de sesquioxyde, ou de fer magnétique, apporté par le sirocco. **Freire** a trouvé en 1880 le microbe de la fièvre jaune et, en en atténuant la virulence, est parvenu à le transformer en vaccin préventif. Le microbe de la fièvre jaune, par décomposition, devient toxique en donnant naissance à une ptomaïne. **Gréhant** et **Quinquand** concluent une étude sur les effets de l'insufflation des poumons par l'air comprimé, en remarquant qu'il est dangereux, quand on pratique la respiration artificielle chez l'homme ou l'enfant nouveau-né, d'insuffler l'air avec une trop grande énergie ; il faut éviter de trop distendre les poumons, attendre que par leur élasticité ils diminuent de volume et produisent le mouvement d'expiration.

N° 20. **A. Milne Edwards** : Le Calao rhinoceros, qui est de la grosseur d'un dindon, ne pèse qu'environ quinze cents grammes. tant son corps est entouré, entre la chair et la peau, de poches à air nombreuses, dont un bon nombre ont des parois propres. **Vulpian** fait connaître de nouveaux phénomènes d'anesthésie produits par le chlorhydrate de cocaïne, corps dont quelques gouttes de solution au centième, instillées dans les paupières, déterminent chez l'homme une insensibilité passagère de la conjonctive oculaire et de la cornée transparente. Le même sel injecté dans une veine saphène, vers le cœur, sur un chien non curarisé, produit chez lui une vraie ivresse peu durable. (Voir aussi n° 21). D'autres expériences, faites par **Grasset** (n° 22), permettent d'espérer que la cocaïne donnera, dans certains cas au moins, une anesthésie suffisante pour les opérations chirurgicales, sans sommeil et sans état général dangereux. **Bochefontaine**, par une expérience faite sur lui-même, a constaté que l'injection stomacale du liquide diarrhéique du choléra, contenant des bacilles en virgule, ne produit pas directement le choléra. **G. Ponchet** : Le sang des cholériques contient des sels biliaires, et leurs déjections une ptomaïne extrêmement toxique. **Muntz** et **Aubin** : L'air atmosphérique contient des

vapeurs ou gaz carbonés combustibles (gaz des marais surtout) qui se mesurent par une quantité d'acide carbonique cent fois plus petite que celle de l'acide carbonique normal de l'air. L'étincelle électrique qui sillonne les parties inférieures de l'atmosphère, et dont l'action continue est surtout manifeste sous les tropiques, brûle ces composés et empêche que l'atmosphère en contienne toujours davantage. **A. Ladureau** : Le ferment ammoniacal, qui transforme l'urée en carbonate d'ammoniaque, existe en quantités considérables dans le sol, dans l'air atmosphérique, dans les eaux de la surface du sol, dans celles qui y tombent sans cesse et dans beaucoup d'eaux souterraines.

N° 21. **Nordenskiöld** vient d'achever la publication de la traduction française du *Voyage de la Véga autour de l'Asie et de l'Europe*. **Rivière** : Les malades atteints à Paris par le choléra sont presque tous des gens affaiblis par des maladies chroniques antérieures, ou épuisés par des excès divers, ou enfin des malheureux plongés dans la misère physique ou physiologique la plus profonde et vivant dans des milieux sordides. (N° 22). Deux infirmières de la Maternité, mortes du choléra, sont les seules de cet établissement qui ont refusé de boire de l'eau bouillie. **De Sparre** : L'epolodie de Poinsot n'est pas une courbe ondulée. **Raoult** : Suivant que l'abaissement du point de congélation d'un sel double dissous dans l'eau est égal ou inférieur à la somme des abaissements partiels des sels simples constituants, on peut affirmer que le sel double est ou n'est pas entièrement scindé en ses deux générateurs. **H. Leplat** fait remarquer qu'il est arrivé depuis longtemps, dans des mémoires imprimés, à des conclusions analogues à celles de MM. Berthelot et André dans leurs recherches sur la végétation. **W. Nicati** et **Rietsch** étendent et précisent les résultats obtenus par Pouchet sur le choléra, et le premier appelle spécialement l'attention sur l'existence constante d'une stagnation dans le cours de la bile, dans cette maladie. **G. Sée** : La pneumonie est une maladie parasitaire spécifique, bénigne, sauf si elle envahit les organes voisins des poumons (pneumonie infectante), et sa durée ne dépasse pas six à neuf jours. Par suite, le mieux est de combattre la fièvre et de donner des forces au malade, de manière à le conduire jusqu'au bout de la période aiguë de la maladie.

N° 22. **Hirn** confirme les résultats obtenus (N° 20) par M. Deprez relativement aux lois du frottement. Le frottement est dépendant ou indépendant de la charge, des surfaces en contact et de la vitesse, suivant que les pièces sont séparées par une surface lubrifiante ou non.

L'air dans certains cas peut, s'il est amené en grande quantité entre les surfaces frottantes, servir de lubrifiant. Dans la plupart des machines, on peut admettre que l'effort qui triomphe du frottement est proportionnel à la vitesse, à la racine carrée de la charge et des surfaces en mouvement. **Etard** : Des formules chimiques relatives à l'acide ferrocyanhydrique et à ses dérivés prennent une forme plus saisissante quand on part d'un schéma hexagonal, comme pour la benzine. **G. Lindström** a trouvé dans la formation silurienne supérieure de l'île de Gotland, en Suède, un Scorpion fossile, à pattes thoraciques grosses et pointues (comme celles des embryons de plusieurs autres Trachéates). Suivant lui, cet insecte est le plus ancien des animaux terrestres connus.

N° 23. **Gosselin** : Les antiseptiques se classent dans un ordre différent selon qu'on envisage leur action germicide ou leur action coagulante intravasculaire ou extravasculaire. L'acide phénique l'emporte sur d'autres antiseptiques, au point de vue pratique, parce qu'il est suffisamment germicide et en même temps très coagulant, de manière qu'il rend imputrescents les liquides épanchés en dehors des vaisseaux.

N° 24. **Cornu** arrive, par des considérations théoriques, à cette conclusion, qu'il va essayer de vérifier expérimentalement : il existe probablement une double réfraction très faible, d'un genre particulier, produite dans un milieu isotrope placé dans un champ magnétique uniforme. **Onimus** : A Paris et à Marseille, la teneur de l'air en ozone a été très faible pendant la dernière épidémie cholérique, surtout au moment où elle sévissait avec le plus d'intensité. **Fouret** établit par des calculs simples une formule d'interpolation analogue à celle de Lagrange, où les puissances de l'inconnue sont remplacées par les sinus et cosinus des multiples entiers d'un seul arc. **Thoulet** : Il s'exerce une attraction entre les corps solides immergés dans des solutions salines et les sels dissous, attraction qui diminue la teneur en sel de ces solutions. **E. Heckel** a rencontré diverses monstruosité mycologiques qui prouvent que les champignons, même supérieurs, doués d'une grande plasticité de formes, subissent promptement l'impression du plexus des forces ambiantes. On peut probablement étendre aux Cryptogames la loi formulée par Moquin-Tandon, il y a un demi-siècle, pour les Phanérogames : « *Les déformations monstrueuses ne sont que la reproduction d'états normaux fixés dans d'autres espèces.* » **Mascart** est élu membre de l'Académie, à la place de Jamin, nommé secrétaire perpétuel.

N° 25. **Berthelot** et **Vielle** parviennent à mesurer la chaleur de

combustion du charbon et des composés organiques fixes ou peu volatils, au moyen de la bombe calorimétrique, en opérant dans l'oxygène comprimé à sept atmosphères environ, et avec un poids de combustible tel que la proportion d'oxygène consommé ne surpasse pas trente à quarante centièmes de sa quantité totale. Les divers charbons ont des chaleurs de combustion très différentes (ce qui n'est pas sans conséquence pour la fabrication de la poudre) : il en est de même probablement pour les houilles. **Haton** de la Goupillière vient de publier le second tome de son beau *Cours d'exploitation des mines*. **J. Ogier** présente un volume sur l'*Analyse des gaz*, d'après les méthodes de Berthelot. **J. Grasset** : L'injection hypodermique d'un centigramme de chlorhydrate de cocaïne produit chez l'homme une zone d'anesthésie cutanée très nette, durant environ quinze minutes ou plus, sans phénomènes généraux et avec des suites locales insignifiantes. **E. L. Trouessart** trouve que le fait de l'existence d'Acariens vivant dans le tuyau de la plume des oiseaux est plus générale qu'on ne le croyait.

N° 26. **L. Henry** : Dans la série oxalique, les deux chaînons carboxyles sont soudés entre eux, soit directement (acide oxalique), soit par un (acide malonique), deux (acide succinique), trois (acide pyrotartrique), quatre (acide adipique), cinq, six, sept, huit chaînons  $\text{CH}^2$ . Les acides contenant un nombre pair de ces chaînons sont peu solubles ; ceux qui en contiennent un nombre impair sont plus solubles ; dans les deux séries, la solubilité va d'ailleurs en décroissant avec le poids moléculaire. Les amides de la série oxalique se comportent très probablement comme les acides eux-mêmes, au point de vue de leur solubilité dans l'eau. L'acide isosuccinique dérivé de l'acide malonique par la substitution d'un radical hydrocarboné  $\text{CH}^3$  à un H de  $\text{CH}^2$  est très soluble dans l'eau comme l'acide malonique. L'acide fumarique est peu soluble comme l'acide succinique auquel on le rattache ; l'acide maléique qui est l'acide malonique où H<sup>2</sup> est remplacé par  $\text{CH}^2$  est au contraire soluble comme l'acide malonique. **A. Horvath** : Dutrochet a signalé, dès 1824, la migration des globules blancs du sang à travers les parois des vaisseaux intacts. Ce phénomène peut faire penser, dit-il, que la nutrition consiste dans une véritable intercalation de cellules toutes faites et d'une extrême petitesse. **Ch. Brongniart** signale l'existence d'une empreinte d'aile d'insecte (un blattide) dans le grès silurien de Jurques (Calvados). Cet insecte, antérieur au scorpion de M. Lindström, est le plus ancien animal terrestre à respiration aérienne. P. M.

# LE ROLE DU TEMPS

DANS LA NATURE (1).

---

Toutes les fois qu'on a cherché à expliquer le monde en dehors de l'intervention divine, on s'est senti porté, comme par un irrésistible penchant, à déprécier tout d'abord l'importance des forces nécessaires à l'explication des phénomènes matériels. Il semblait en effet que, moins ces forces avaient besoin d'être considérables, et moins il était nécessaire d'en chercher le principe dans l'existence d'un Être infiniment puissant. De là, sans doute, la tendance des écoles matérialistes à vouloir tout expliquer par de petites causes. Mais, comme les effets demeurent ce qu'ils sont, c'est-à-dire considérables, il faut bien substituer quelque chose à cette intensité dynamique dont on ne veut plus. C'est dans ce but qu'on a recours au Temps. Cette divinité, que nos ancêtres païens révéraient à cause de son pouvoir destructeur et qu'ils n'eussent pas songé à représenter autrement que la faux à la main, est devenue de nos jours une puissance créatrice de premier ordre. Avec son secours, tout est possible,

(1) Conférence faite à Paris, le 21 février 1885, dans la salle Albert-le-Grand.

même aux forces les plus insignifiantes. « Donnez-moi un levier et je soulèverai le monde, » disait Archimède. « Laissez-moi du temps et je rendrai compte de tous les phénomènes, » nous dit l'école uniformitaire. Vous avez visité les Aïpes ou l'Himalaya ; vos regards se sont arrêtés avec stupéfaction devant ces masses énormes, qui se dressent presque d'un seul bond au-dessus de la plaine et vont porter leurs cimes à des hauteurs où l'homme ne peut plus vivre. Devant un pareil spectacle, vous avez compris d'instinct qu'un phénomène grandiose, hors de proportion avec tout ce qu'on observe aujourd'hui, a seul pu produire un tel amoncellement. Erreur ! s'écrient les uniformitaires, et, tandis que les uns vous expliqueront comment la pluie, tombant goutte à goutte pendant des milliers de siècles, n'a laissé subsister, d'un ancien continent presque détruit, que ce squelette montagneux, les autres vous renverront à l'exemple d'un tremblement de terre survenu au Chili au commencement de ce siècle. Vous apprendrez d'eux comment, tout d'un coup, une certaine portion de la côte s'est soulevée d'un mètre au-dessus de son niveau primitif. Accordez-leur que le même phénomène ait pu se répéter huit mille fois, avec des intervalles de plusieurs siècles entre chaque étape, et voilà tout ce qu'il leur faut pour dresser dans les airs les cimes de l'Himalaya ! De même, n'allez pas chercher dans les profondes coupures des massifs montagneux, comme celle où coule le Rhône avant d'entrer dans le lac de Genève, l'action de torrents exceptionnels ou celle de forces souterraines qui auraient fracturé la contrée. C'est, vous dira-t-on, l'œuvre de la goutte d'eau creusant la pierre, prolongée pendant ces durées incalculables, tout aussi admissibles que les énormes distances avec lesquelles les astronomes nous ont appris à compter lorsqu'il s'agit des étoiles.

C'est surtout en Angleterre que cette doctrine a pris racine, et c'est là qu'elle possède encore le plus grand nombre de partisans. Par quelle bizarrerie du sort une

conception, qui fait si bon marché du temps, a-t-elle choisi pour naître le pays où règne la maxime « Le temps, c'est de l'argent »? Nous ne nous chargerions pas de l'expliquer si, pour être juste, il ne fallait reconnaître que l'uniformitarisme a été, au début, le résultat d'une réaction contre les excès d'une école absolument opposée. C'était le temps où Woodward ne répugnait nullement à admettre que tout l'édifice de l'écorce terrestre avait pu se constituer en quelques heures. A peu près à la même époque, Cuvier, dans son Discours sur les Révolutions du globe, écrivait que « le fil des opérations de la nature était rompu ». Léopold de Buch et ses partisans affirmaient que le Vésuvius et l'Etna s'étaient formés dans l'espace d'une nuit. Enfin les *catastrophistes*, comme on se plaisait à les appeler, imaginaient, dans l'histoire du globe, une série de révolutions brusques, dont chacune avait occasionné, avec l'anéantissement de toute vie, un remaniement complet de la surface terrestre. Aussi Lyell eut-il beau jeu, quand il publia son livre des *Principes*, à rappeler les savants à une plus saine appréciation des choses et à faire valoir les droits méconnus du Temps, qu'on avait jusqu'alors négligé de faire intervenir. Mais, comme il arrive toujours, il dépassa la mesure et prit trop à cœur les intérêts de son nouveau client. Ses disciples renchérirent encore, et ainsi se constitua, parmi les naturalistes, une doctrine qu'on a spirituellement qualifiée de *quiétisme* scientifique, parce qu'elle nous représente la nature dans une sorte de repos perpétuel, exempt de convulsions et de crises, où toute dépense de force devient superflue, grâce au concours bienfaisant du temps.

A vrai dire, c'est un terrain commode que celui sur lequel se placent les partisans de cette doctrine. Il est impossible, en effet, de leur opposer la question préalable et, si l'on veut objecter que des causes insignifiantes sont bien voisines du néant, duquel, en bonne logique, on ne peut rien faire sortir, ils répondront que l'autre facteur,

c'est-à-dire le temps, peut croître indéfiniment et corriger par là l'insuffisance de l'élément dynamique. Les mathématiques nous apprennent que le symbole *zéro multiplié par l'infini* marque, non l'impossibilité, mais l'indétermination dans les problèmes. Or l'indéterminé, c'est ce qu'on veut, et pourquoi refuserait-on de comprendre tous les phénomènes dans une formule aussi complaisante ?

Ce n'est donc pas par des raisons de principe que nous essaierons de combattre la thèse uniformitaire, mais bien en portant notre attention sur quelques actions naturelles, choisies parmi les plus caractéristiques, et en essayant de définir, à propos de chacune d'elles, les rôles respectifs de la force et du temps.

Examinons en premier lieu l'un des phénomènes les plus universels et les plus constamment répétés qu'il soit possible d'imaginer, nous voulons parler de l'action de la mer sur les côtes. Certes, s'il est un travail qui paraisse avoir le privilège d'une constante efficacité, c'est bien celui de la vague que le vent et la marée montante lancent sans relâche à l'assaut du rivage, et qui inonde de son écume les rochers que son choc puissant vient d'ébranler. Quiconque a contemplé ce spectacle et entendu le bruit de la lame qui déferle ou, mieux encore, le fracas de la mitraille de galets qu'elle entraîne avec elle ; quiconque a vu, au pied des falaises, ces gigantesques amoncellements de blocs arrachés à la côte, ne peut douter qu'il n'assiste à une démolition incessante, dont l'effet doit pouvoir se mesurer jour par jour. Et quand il entend dire que le recul de la côte est ici, comme au Havre, de vingt-cinq à trente mètres par siècle, ailleurs, comme en certains points des côtes anglaises, de près de cent mètres dans le même intervalle, il est vraiment excusable de penser que ces chiffres expriment la somme d'une série de termes à peu près égaux et dont chacun représente l'œuvre de la mer dans les deux moments de la journée où le flot montant atteint sa plus grande puissance d'attaque.

Cependant, en temps ordinaire, le travail quotidien des flots se montre, en réalité, plus bruyant qu'efficace. Loin d'être détachées de la veille, la plupart des roches qui jonchent le pied de la côte sont couvertes de longues herbes qui témoignent d'une exposition prolongée ; nombre de petits mollusques marins ont eu le temps de naître et de se développer à leur surface, et le baigneur qui fréquente ces plages peut y demeurer pendant bien des semaines sans apercevoir, dans la configuration du rivage, aucun changement appréciable. Et pourtant la côte recule, cela est certain ; plus d'une fois les constructions élevées sur le sommet ont dû être déplacées ; en maint endroit les ruines d'une chapelle ou d'une antique fortification attestent cette conquête continue de la terre ferme au profit du domaine maritime et permettent d'en mesurer les progrès. Mais en même temps l'histoire, les traditions locales et, à leur défaut, la seule expérience de l'habitant des côtes sont là pour dire que c'est l'œuvre d'une succession de tempêtes, dont chacune a imprimé, pour un instant, à la vague une puissance incomparablement plus grande que celle qu'elle déployait d'habitude. C'est dans de tels moments qu'on a vu la mer lancer des gerbes d'eau et d'écume jusqu'à plus de quarante mètres de hauteur, contre des phares isolés en avant du rivage ; c'est alors aussi que des blocs de trente mille kilogrammes, immergés devant une digue pour en protéger les fondations, ont été déplacés, parfois même projetés, par la violence des vagues. C'est pendant ces paroxysmes que des ouvrages cyclopéens, comme la jetée de l'Amirauté à Douvres, qui semblaient défier à jamais le choc des flots, ont subi de graves avaries. Aussi tous ceux qui ont étudié de près l'action de la mer sont-ils d'accord pour reconnaître qu'une seule tempête exerce des effets dynamiques supérieurs à ceux d'une longue suite de jours relativement calmes. Ce n'est donc pas l'action, longtemps prolongée, de la vague, qui détruit les côtes. C'est la puissance irrésistible déployée, pendant un intervalle de

temps très court, par des lames furieuses ; et, s'il faut des années pour que l'effet total devienne sensible, c'est parce que de tels paroxysmes sont heureusement rares.

D'autres fois, comme c'est le cas pour les côtes voisines du Havre, la mer n'intervient que pour débiter et réduire en menus fragments des matériaux dont elle n'a en rien déterminé la chute. Tantôt c'est la gelée des hivers rigoureux, qui fait éclater les parties supérieures des falaises, déjà criblées de toutes sortes de cavités ; tantôt ce sont des pluies exceptionnelles qui délayent le support argileux de la craie ; et alors celle-ci s'écroule par fragments gigantesques, qui viennent former le long de la côte une basse falaise, enchevêtrement inextricable où toutes les couches de terrain sont confondues. Ce n'est pas lentement que cet effet s'accomplit ; à peine si quelques crevasses dans le sol permettent d'en deviner l'imminence, et tout d'un coup, en quelques instants, la masse s'ébranle et s'écroule, sur plusieurs centaines de mètres de front. Voilà bien ce qu'on peut appeler une catastrophe ! Et qu'on ne dise pas qu'elle est seulement l'épisode final d'un long travail d'infiltration ; car sa vraie cause réside dans l'intensité des pluies et, si ces dernières n'avaient pas momentanément dépassé la mesure habituelle, rien de semblable ne se serait produit.

Ainsi, dans tous ces phénomènes, l'action propre du temps peut être considérée comme nulle. C'est la force qui fait tout, et son intervention est aussi rapide qu'elle est irrégulière. Il y a mieux, le temps, s'il était seul en jeu, produirait un effet inverse. Peu à peu le profil des côtes s'adoucirait, les galets et les sables, rejetés contre le rivage, y formeraient des cordons littoraux ; ceux-ci, n'ayant plus à subir l'assaut des vagues des grandes tempêtes, acquerraient la stabilité nécessaire pour que les terrains situés en arrière n'eussent plus rien à redouter des incursions maritimes et fussent bientôt recouverts d'une

végétation qui les fixerait définitivement. Ce serait la contre-partie de ce qui s'est passé sur tant de points de nos côtes et, en particulier, dans la région du Mont-Saint-Michel. Comment la mer a-t-elle envahi ces parages, ensevelissant, sous une couche uniforme de tange, l'ancienne forêt de Sissy, où de nombreux monastères subsistaient encore au neuvième siècle? L'histoire nous le dit; c'est par une série d'incursions brusques, coïncidant chacune avec une grande marée, que la direction et l'intensité exceptionnelle du vent rendaient particulièrement désastreuse. Loin que ces catastrophes fussent fréquentes, il s'en produisait une, au plus deux par siècle, et déjà, en 1360, l'œuvre de destruction était complète sur ce territoire que traversaient autrefois deux voies romaines fréquentées. Faut-il rappeler encore cette irruption de la mer qui, en 1277, créa définitivement le Zuyderzée en causant la mort de quatre-vingt mille habitants? Qui donc y voudrait voir l'action du temps, et comment méconnaître qu'ici c'est la violence passagère d'une mer déchaînée qui a pu accomplir, en quelques heures, la destruction d'un rivage contre lequel les vagues ordinaires eussent continué indéfiniment à se briser sans résultat?

Si, des côtes maritimes, nous passons dans l'intérieur des continents, l'impuissance du temps ne nous apparaîtra pas d'une façon moins manifeste. Et pourtant, au premier abord, il semble que c'est là surtout que son action doit être prépondérante. Partout, en effet, la surface du sol paraît soumise à un lent travail de désagrégation. Les alternatives de chaud et de froid, de sécheresse et d'humidité, font éclater les roches en fragments que le vent emporte quand ils sont suffisamment petits, que l'eau courante et la glace se chargent de charrier quand le vent n'a pas de prise sur eux. D'autre part, les eaux d'infiltration dissolvent une certaine quantité d'éléments minéraux et, après un parcours souterrain plus ou moins long, vont les

déposer à un niveau inférieur ou les entraîner dans le grand réservoir de l'Océan. Ce dernier finit d'ailleurs par recevoir, avec les alluvions transportées par les fleuves, le produit de la fonte des neiges, emportant avec lui une partie des matériaux des moraines et, de cette façon, les portions émergées de l'écorce solide vont sans cesse en diminuant de masse et de volume. Même, en s'autorisant des expériences relatives à la proportion des troubles et des matières dissoutes que contiennent les cours d'eau, on s'est plu quelquefois à calculer qu'au bout d'une dizaine de millions d'années, il ne devrait plus rien rester des continents actuels.

Ceux qui se livrent à ces évaluations semblent avoir oublié deux choses : la première, c'est que les phénomènes de transport sont essentiellement localisés, à la fois dans l'espace et dans le temps ; la seconde, c'est que les cours d'eau, par lesquels s'accomplit ce transport, tendent d'eux-mêmes vers un état d'équilibre, dans lequel leur force mécanique deviendrait négligeable.

En effet, ce n'est pas en tout temps que l'eau ruisselle sur le sol avec une vitesse suffisante pour entraîner des matériaux solides. Ce phénomène ne s'accomplit que pendant les grandes pluies et il se traduit, sur les cours d'eau, par des crues, à la fois passagères et peu fréquentes, à la durée desquelles le travail mécanique de l'eau courante est presque exclusivement limité. Quand on voit une rivière, comme la Seine, couler au milieu d'une plaine remplie d'alluvions de sable et de cailloux ; quand, du lit actuel, on extrait avec la drague des matériaux semblables à ceux qui forment les bords, on peut croire que le cours d'eau opère, d'une manière continue, le transport des graviers. Il n'en est rien pourtant ; à aucune époque, même pendant les plus fortes crues, la Seine ne se montre capable de charrier de véritables cailloux, et toute cavité qu'on creuse dans son lit se comble uniquement avec du sable. Son débit viendrait-il à être triplé que la vitesse de

l'eau ne serait encore pas suffisante et, quelque temps qu'on laissât à sa disposition, les cailloux roulés du fond n'y éprouveraient aucun déplacement. D'où viennent donc ces matériaux ? Ils sont le produit de périodes antérieures à la nôtre, où, par suite de mouvements du sol, la rivière avait une pente torrentielle, en sorte qu'elle était apte à transporter des pierres.

Pour comprendre le mécanisme de l'alluvionnement, il suffit de se reporter aux conséquences de certains travaux exécutés de main d'homme. En 1714, les échevins de la ville de Thoune, en Suisse, eurent l'idée de dériver la rivière de la Kander, dont les alluvions obstruaient le lit de l'Aar à sa sortie du lac. Au lieu de laisser la jonction des deux rivières s'opérer à l'aval, au grand détriment des rives lacustres, devenues de plus en plus malsaines par le progrès des eaux, on résolut de jeter la Kander dans le lac, pour augmenter d'autant la force du courant de l'émissaire. Un tunnel fut creusé, qui permit de faire déboucher la rivière à trois kilomètres en amont du déversoir. Or la dérivation de la Kander, obtenue à l'aide de ce passage souterrain, étant beaucoup plus courte que l'ancien lit de la rivière, sa pente se trouvait sensiblement plus forte. Le cours d'eau artificiel, tombant en cascade, d'une trentaine de mètres, au milieu d'un terrain sans consistance, formé de sable et de gravier, se mit immédiatement à creuser son canal et à en faire ébouler les parois. Il se forma dans la plaine une excavation profonde de 20 mètres et plus, dont la largeur varie entre 50 et 300 mètres. On n'a pas évalué à moins de 40 ou 50 millions de mètres cubes le volume des matériaux ainsi versés dans le lac en dix ou vingt ans. N'est-il pas évident que celui-là eût fait un calcul singulièrement illusoire qui, prenant pour base la rapidité de cet alluvionnement, eût cherché à déterminer dans combien de temps un tel travail aurait nivelé le sol de la Suisse !

Nous le disions il y a un instant : Un cours d'eau est

loin d'être un appareil mécanique permanent. Non seulement l'intermittence est sa règle, et les rivières à régime constant sont une très rare exception; mais le cours d'eau travaille sans cesse, tant par l'érosion dans son cours supérieur que par l'alluvionnement dans son cours inférieur, à réduire sa pente jusqu'à ce que la résistance du lit soit justement égale à la force moyenne du courant. C'est ce que font les torrents eux-mêmes, quand on laisse la nature agir, et voilà comment, dans les Hautes-Alpes, tous avaient fini par respecter leurs berges, qui s'étaient recouvertes de forêts et de pâturages. L'homme est venu, qui a saccagé les bois et livré les prairies à la dent des animaux. Alors les pluies, au lieu de se rendre au lit de l'ancien torrent par mille filets imperceptibles coulant à la surface des herbes, ont concentré leurs produits dans des rigoles, entraînant avec elles un sol que la végétation ne fixait plus. De là des ravages incalculables, contre lesquels il n'est que temps de lutter. Mais, avant cette intervention inconsidérée d'un être soi-disant intelligent, la bonne nature avait fait son œuvre et réduit peu à peu des torrents dévastateurs au rôle de cours d'eau paisibles et bienfaisants.

Combien de fleuves d'ailleurs sont destinés à voir leurs embouchures obstruées peu à peu par les apports des crues, comme ces anciens fleuves de l'Asie qui viennent aujourd'hui se perdre par des marécages au milieu de déserts de sable plus ou moins mouvant? Plus d'un cours d'eau, en Europe, aurait subi un sort pareil si, pour les besoins de la navigation et de la pêche, l'homme n'avait entrepris, contre le travail de l'alluvionnement, une lutte où il est bien à croire que le dernier mot ne pourra pas lui rester. Tant il est vrai que le temps, loin de favoriser les actions mécaniques par lesquelles la surface terrestre est modifiée, a pour effet au contraire d'en atténuer progressivement l'importance jusqu'à l'établissement d'un repos complet.

Le même caractère de violence et d'instantanéité se

montre, encore plus accentué, dans les régions montagneuses, comme la Suisse. De temps en temps, les progrès de l'extrémité d'un glacier déterminent le barrage d'une vallée latérale par une digue de blocs et de boue morainique. Les eaux d'amont, privées de leur écoulement, s'accumulent en arrière et y forment un lac. Mais le glacier n'est pas stable et un jour vient où il recule. Alors la digue, n'étant plus soutenue, cède à la pression; en un instant le lac se vide; une avalanche d'eau, de boue et de pierres se précipite dans la vallée principale, détruisant tout sur son passage et semant des dépôts plus ou moins confus partout où sa vitesse subit un ralentissement. Celui qui, plus tard, observant au flanc des coteaux ces dépôts de débâcle, qui participent à la fois des alluvions et des moraines, y voudrait voir, ou la trace directe des lentes oscillations d'un glacier, ou l'œuvre du travail continu du creusement de la vallée par un ancien cours d'eau, serait en vérité mal inspiré.

Non moins violentes et subites sont ces catastrophes comme l'éboulement du Rossberg en 1806, et celui d'Elm en 1881. Le premier s'est produit à la suite d'une saison extraordinairement pluvieuse. En trois ou quatre minutes, une partie de la montagne, représentant quinze millions de mètres cubes, s'abattait dans la riche vallée de Goldau, engloutissant trois villages et coûtant la vie à quatre cent cinquante-sept personnes.

Ainsi partout l'étude des phénomènes extérieurs nous montre que ce qu'on peut appeler l'activité de la surface terrestre se partage en périodes très courtes de grande efficacité, séparées par des intervalles de repos; loin que, dans ces intervalles, les causes lentes agissent d'une manière continue pour préparer le cataclysme final, il n'est pas difficile d'apercevoir, dans chaque cas particulier, une cause extraordinaire, par laquelle il est presque immédiatement déterminé.

Irons-nous maintenant chercher des arguments parmi les phénomènes volcaniques? En vérité, la partie serait trop belle pour nous! Partout, soit dans les éruptions, soit dans les tremblements de terre, soit dans les sources chaudes jaillissantes, nous ne verrions que paroxysmes et catastrophes! Ici, c'est une montagne tout entière qui saute en l'air, projetant autour d'elle plusieurs kilomètres cubes de débris, tandis que la mer voisine se soulève en une vague de trente mètres de hauteur, anéantissant en quelques minutes une population de trente ou quarante mille habitants. Ailleurs, c'est une pluie de cendres qui engloutit plusieurs villes, ou un fleuve de feu qui se répand sur des campagnes fertiles. Et de tels cataclysmes ne sont pas la résolution finale d'un travail préparé de longue date par l'accumulation souterraine des vapeurs; car il est tel volcan, comme le Sangay de l'Équateur, le plus destructeur qu'il y ait au monde et dont les explosions, depuis un temps immémorial, se succèdent sans discontinuité. Pourquoi? Sans doute parce qu'il est sur un point privilégié, où se concentre de préférence l'activité qui bouillonne sous les profondeurs de l'écorce terrestre, et qui, pour se manifester, ne demande qu'une seule chose, une libre communication avec l'extérieur.

Mais n'y a-t-il pas, dans l'écorce solide, des mouvements d'une excessive lenteur, qui font émerger certaines côtes, tandis que d'autres s'abîment progressivement sous les flots? Ces mouvements, si visibles en Scandinavie, ne seraient-ils pas la forme normale des soulèvements de montagnes, qui se produiraient ainsi d'une manière continue, en se répartissant sur une immense durée? On l'a cru longtemps, mais une discussion rigoureuse des faits observés tend de plus en plus à discréditer cette manière de voir. Non seulement le niveau de la mer, sujet à mille vicissitudes extérieures, n'a pas la stabilité intrinsèque qu'on avait jusqu'ici pris plaisir à lui attribuer; mais la mer, attirée d'une manière permanente par les masses

continentales, en vertu des lois de la gravitation, peut l'être aussi, d'une manière variable, par la plus ou moins grande quantité de neige et de glace dont se couvrent les régions circompolaires. Il faut, en outre, pour satisfaire aux conditions de l'équilibre des liquides, que son niveau varie avec la salure, et cette dernière ne saurait être constante dans les régions arctiques, soumises aux fluctuations qui surviennent dans la fonte des glaces. De cette manière, les seuls changements dignes par leur amplitude d'être enregistrés, dans les relations réciproques de la terre ferme et de l'Océan, c'est-à-dire ceux des contrées arctiques, doivent, selon toute apparence, être attribués à la mobilité de l'Océan lui-même. Aucun d'eux n'est d'ailleurs accompagné de fractures ni de plissements de couches, et le moins qu'on puisse dire, c'est que la nature actuelle ne nous offre absolument rien qui corresponde aux mouvements par lesquels ont dû se produire les montagnes et les dislocations de l'écorce.

Abordons maintenant un tout autre ordre de phénomènes, où les actions violentes n'ont assurément rien à voir, et dont l'uniformitarisme a jusqu'ici tiré un grand parti en faveur de sa thèse ; nous voulons parler des formations coralliennes.

Tout le monde connaît de réputation ces récifs madréporiques qui s'élèvent dans les mers tropicales, et contre lesquels tant de navires sont venus autrefois se heurter. Quand la mer est agitée, une ligne de brisants, par sa blanche écume, signale leur présence, et il en est qui émergent à marée basse, laissant apercevoir une plate-forme garnie d'une véritable plantation, non de végétaux, mais de zoophytes, aux couleurs vives et variées. Cette plantation est d'autant plus vivace que la vague qui la baigne a plus de puissance. Sans doute, le choc des flots fait souvent perdre quelques branches aux coraux les plus délicats et les plus élégamment ramifiés. Mais, d'une part,

il n'en résulte pour le reste du corail aucun dommage ; car ce zoophyte n'a pas d'organes, et chacun des corps étoilés dont sa surface est ornée est un individu complet, susceptible de croître et de donner naissance, par bourgeonnement, à de nouvelles branches. D'autre part, chaque polype sécrète une sorte de squelette calcaire, après quoi le zoophyte meurt par le pied, la vie demeurant toujours concentrée à sa surface ; or les branches brisées viennent s'accumuler dans les intervalles des troncs demeurés en place et le tout, parcouru par des eaux chaudes, chargées de sels calcaires, finit par se cimenter en une masse compacte, plus solide que le béton le mieux fabriqué.

Le récif s'accroît donc sans cesse, jusqu'à ce qu'il ait un peu dépassé le niveau de la basse mer. Au delà, c'en serait fait de la plantation corallienne, qui ne peut supporter plus de quelques heures d'exposition à l'air.

Il y a une cinquantaine d'années, les récifs coralliens, notamment ceux de l'île de Taïti, furent étudiés par le célèbre naturaliste Charles Darwin. En jetant la sonde tout autour des îles à coraux, Darwin remarqua que plusieurs récifs s'enfouaient à pic, du côté du large, jusqu'à des profondeurs considérables, d'où la drague ramenait une roche compacte, identique avec celle de la plate-forme. Il fut ainsi conduit à assigner à quelques-uns de ces bancs de coraux des épaisseurs se comptant par plusieurs centaines de mètres. En divers endroits de la Polynésie, d'ailleurs, on voyait d'anciens récifs, aujourd'hui portés, par les mouvements du sol, bien au-dessus du niveau de la mer et offrant, sur une épaisseur de plus de cent mètres, une apparente homogénéité dans toute leur masse calcaire.

Cependant, s'il est un fait que les travaux des naturalistes aient mis hors de doute, c'est l'impuissance absolue où sont les coraux constructeurs de se développer quand la profondeur de l'eau dépasse vingt brasses ou trente-sept

mètres ; soit qu'alors la lumière leur parvienne en trop petite quantité, soit qu'à cette distance de la surface, il règne trop de calme dans les eaux avoisinantes. Dès lors il semble que jamais aucun récif ne doive avoir une épaisseur supérieure à ce maximum de vingt brasses. Comment donc concilier ce fait avec les puissances considérables que les sondages de Darwin ont constatées ?

Une seule explication paraît admissible, c'est celle que Darwin a proposée, et qui consiste à admettre un lent affaissement du lit de l'océan Pacifique. La vitesse avec laquelle s'accroît un récif est, en moyenne, d'à peu près un millimètre par an. Si le sol s'affaisse avec une vitesse inférieure ou égale à ce chiffre, la plantation corallienne, n'étant plus exposée à une émergence continue, pourra s'accroître sans limites. Ainsi un récif de trois cents mètres représenterait un affaissement poursuivi pendant trois cent mille ans. De plus, la base du récif, à en juger par ce que rapporte la drague, étant identique avec le sommet, il semble qu'on ait le droit d'en conclure que les origines de ce qu'on peut appeler l'époque actuelle remontent à un passé extraordinairement lointain. D'autre part, cette théorie, séduisante par sa simplicité, offre un autre avantage, celui d'expliquer du même coup les formes diverses des récifs, et notamment la forme annulaire si curieuse des *atolls*. Supposons, en effet, qu'une plantation corallienne se soit développée tout autour d'une île en faisant naître, à quelque distance du rivage, une barrière sous-marine annulaire. Que l'affaissement vienne à se poursuivre, tandis que le récif continue à s'élever, la surface de l'île se réduira peu à peu ; bientôt une seule pointe centrale se fera jour au milieu de l'espace circonscrit par la barrière et, quand cette pointe elle-même aura disparu, il restera un récif en forme d'anneau, plus ou moins déformé, suivant le contour originel de l'île contre laquelle il s'appuie. Il suffira, ou que l'affaissement s'arrête, ou que les vagues de tempête accumulent, sur la plate-forme, des blocs ar-

rachés à ses bords. pour que cette plate-forme devienne une terre ferme, où les vents et les oiseaux apporteront des semences végétales diverses. Un jour donc elle en viendra à former une ceinture plus ou moins continue, garnie de cocotiers et d'arbustes des tropiques, autour d'une lagune intérieure, dont le calme fera un singulier contraste avec l'agitation des flots du dehors. Un tel récif est ce qu'on appelle un atoll et, pour emprunter une heureuse image de M. Dana, on peut dire que chaque atoll est un monument funéraire, élevé en plein Océan, où il marque la place d'une île engloutie.

Comment échapper à une conception qui rend compte de tant de choses, en les groupant autour d'une seule idée bien simple, celle de l'affaissement lent du Pacifique? Peut-on s'étonner que cette doctrine ait été reçue partout avec enthousiasme, et serait-il permis d'hésiter à reconnaître qu'elle apporte un argument de premier ordre en faveur de la théorie des causes lentes?

Oui, cela est permis; mais seulement depuis peu de temps, c'est-à-dire depuis que les observations recueillies par M. Murray, dans la grande croisière scientifique du navire anglais *Challenger*, ont fait évanouir les données sur lesquelles Darwin avait édifié son ingénieuse théorie. L'art d'interroger le fond des mers a fait de nos jours de grands progrès; la sonde et la drague sont devenues des outils de précision, desquels on peut attendre beaucoup plus qu'il y a cinquante ans. Or, les récifs mêmes de Taïti, interrogés par M. Murray, avec le secours des instruments nouveaux, lui ont tenu un tout autre langage que celui qu'avait entendu Darwin. Ces murailles abruptes, qui descendaient presque verticalement dans l'abîme, ne sont plus aujourd'hui que des talus de blocs coralliens, arrachés au bord du récif par les vagues de tempêtes et s'accumulant au pied de la plate-forme, sur la pente qui lui sert de support. Au-dessous vient un sable

constitué par des fragments de coraux et, plus bas encore, on ne trouve plus qu'une pente douce, entièrement formée de matériaux volcaniques et attestant que l'île qui sert de support au récif est un produit immédiat de l'activité éruptive. Sans doute, avec le temps, le talus de blocs éboulés verra ses interstices remplis par du sable corallien et le tout, cimenté par des eaux calcaires, deviendra une roche compacte comme celle du récif et à la surface de laquelle ce dernier pourra s'avancer peu à peu vers la pleine mer. Mais, sur un récif soulevé hors des flots, il sera généralement possible de distinguer la masse inférieure de son couronnement, seul formé par des coraux en place. Ainsi, plus de récifs de grande épaisseur et, par conséquent, plus de motifs pour faire intervenir un affaissement lent du support.

Mais, dira-t-on peut-être, puisque les polypiers constructeurs ne peuvent prospérer à plus de vingt brasses de profondeur, comment se fait-il qu'ils aient eu la bonne fortune de trouver, à leur disposition, un aussi grand nombre de plates-formes volcaniques, arrivant juste à cette distance de la surface? La réponse est facile : d'une part, si l'on imagine des cônes d'éruption, dressés en plein Océan par l'activité interne, ces cônes, formés en général de matériaux incohérents, ne peuvent subsister longtemps à l'état d'ilots. La vague en a bientôt raison et les réduit à la condition de bas-fonds. Mais, comme la puissance mécanique des vagues a déjà perdu son efficacité à vingt ou trente mètres de profondeur, il arrive précisément que les cônes volcaniques sont rasés par les flots au niveau même où les coraux peuvent se développer.

Quant aux cônes d'éruption qui n'ont pu arriver originairement jusqu'à la surface, leur sommet demeurant à une profondeur de plus de vingt brasses, on peut se reposer sur les organismes microscopiques du soin de les amener à la hauteur convenable. En effet, dans les régions tropicales, la surface des mers héberge une prodigieuse

gieuse quantité de petits êtres appelés foraminifères, dont les enveloppes calcaires tombent en pluie continue sur le fond. En outre, ces petits êtres, après leur mort, servent de nourriture à des animaux d'ordre plus élevé, mollusques, polypiers, échinodermes, qui construisent au-dessous des courants chauds, de véritables masses calcaires. Par ce procédé, les plates-formes volcaniques se couvrent d'un revêtement organique qui finit par les conduire jusqu'à la zone favorite des coraux constructeurs. Alors ces derniers s'y installent et quand ils ont bâti leur édifice, il devient bientôt difficile de le distinguer de son support, pour peu que l'action des eaux d'infiltration, si actives dans les régions chaudes, en ait altéré le caractère primitif.

Reste la forme annulaire des atolls, si ingénieusement expliquée par la théorie de Darwin. Mais elle n'est pas moins facile à justifier dans le système de M. Murray. En effet, on sait depuis longtemps qu'un récif se développe toujours mieux du côté qui reçoit le choc des vagues de pleine mer, de telle façon que le bord faisant face au large est sensiblement plus élevé que l'autre. Dès lors, si une plantation de coraux s'installe sur une plate-forme, dont elle commence par épouser le contour, le bord tout entier de la plantation sera bientôt en avance sur le reste, et la surface prendra la forme d'une sorte de cuvette. Un tel effet ne pouvant que s'exagérer à la longue, un jour viendra où les bords de la cuvette formeront une saillie marquée, isolant de la pleine mer une lagune plus ou moins profonde.

Ainsi toutes les particularités des récifs s'expliquent sans qu'il soit nécessaire de recourir à la conception, tout à fait hypothétique, d'un affaissement lent et continu. Y aurait-il du moins, dans les régions coralliennes, quelques raisons d'admettre la réalité d'un tel mouvement? Bien au contraire, dans les mers à récifs de la Floride et des Antilles, Alexandre Agassiz n'a vu que des preuves d'émersion.

On a de plus fait la remarque que, si le bassin de cet océan résultait de l'affaissement progressif d'une ancienne surface continentale, il resterait au moins, sur les bords des mers à coraux, quelques vestiges de ce continent disparu, sous la forme de terrains sédimentaires ou cristallisés. Il n'en est rien et tout ce qui, dans la région des récifs polynésiens, dépasse le niveau de la mer est exclusivement d'origine volcanique. Or l'observation nous apprend, et Darwin lui-même est le premier qui en ait fait la remarque, que les éruptions ont toujours lieu dans le voisinage immédiat des zones de l'écorce qui tendent à se soulever. La coïncidence des atolls et des cônes volcaniques plaide donc en faveur d'un soulèvement bien plutôt qu'en faveur d'un affaissement.

Nous nous sommes étendu un peu longuement sur ce sujet, parce que la théorie darwinienne des récifs coralliens était devenue, on peut le dire, l'une des principales citadelles de l'uniformitarisme. Longtemps sa position a paru inexpugnable et, à l'heure qu'il est, peu de personnes connaissent avec une suffisante netteté toute la portée des observations si concluantes de MM. Murray et Agassiz. C'est pourquoi il nous a paru nécessaire de signaler ici tout ce qu'il y avait d'arbitraire, en réalité, dans la conception d'ailleurs séduisante de Darwin, et à quel point ses conclusions relativement à l'immense durée des formations coralliennes étaient dépourvues de fondement sérieux.

Jusqu'ici nous nous sommes borné à considérer les phénomènes qui s'accomplissent aujourd'hui sous nos yeux, et tous, sans exception, se sont montrés d'accord pour faire ressortir l'importance de l'élément dynamique, réduisant à rien l'action propre du temps. Voyons maintenant si les choses du passé nous fourniront quelque enseignement analogue et, pour cela, choisissons, parmi tous les exemples qui pourraient s'offrir à nous, celui qui a paru de tout temps le plus favorable à la thèse que nous combattons ici.

Il s'agit de la formation de la houille, cette substance à la fois si commune et si précieuse, qui est devenue l'aliment indispensable de l'industrie et, par conséquent, de la civilisation moderne, si bien qu'à moins de supposer quelque découverte que rien, jusqu'ici, n'autorise à prévoir, on ne peut pas se figurer ce que serait l'état du monde le jour où le charbon de terre viendrait à faire défaut,

Le combustible minéral se présente dans le sein de la terre en couches, généralement régulières, intercalées au milieu de schistes, qui sont des argiles durcies, et de grès, c'est-à-dire de sables ou de graviers agglomérés en roches. Dans un premier coup d'œil, la houille paraît amorphe, c'est-à-dire dépourvue de toute structure. C'est un minéral dans toute la force du terme, mais un minéral sans traces de cristallisation. Cependant la composition du charbon de terre, formé surtout de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, le rapproche des tissus végétaux plus que de toute autre chose; d'ailleurs il est rare que la face inférieure des lits de schiste en contact avec la houille ne renferme pas, en quelque abondance, des empreintes bien conservées de fougères et d'autres végétaux. L'origine du combustible minéral n'est donc pas douteuse; c'est un produit d'origine végétale, qui a subi une décomposition lente à l'abri de l'air et qui, perdant ainsi de l'hydrogène et de l'oxygène, s'est progressivement enrichi en carbone.

Or la nature actuelle nous offre un exemple caractéristique d'une transformation analogue; c'est la tourbe. Au fond de certains marécages, de même que dans les vallées à fond plat de la Picardie et de la Champagne, l'humidité du sol, où circulent une multitude de filets d'eau limpide, nourrit une végétation de mousses et de graminées qui jouissent de la propriété d'absorber, dans leurs tissus, une quantité d'eau prodigieuse. Tandis que cette végétation s'accroît sans cesse par le haut, elle meurt par le pied; mais, sa décomposition se faisant sous l'eau, la matière organique échappe à une destruction totale, et il

en résulte la tourbe, d'autant plus compacte et d'autant plus éloignée, par sa texture, des végétaux dont elle dérive, qu'elle se trouve à une plus grande profondeur. Sa formation est d'ailleurs assez lente, et le chiffre d'un mètre par siècle paraît exprimer le maximum de sa rapidité.

D'après cela, il semble naturel de voir, dans les couches de houille, d'anciennes tourbières de marais ou de vallées. Cette conclusion paraît d'autant plus admissible que souvent, dans les terrains houillers, on observe des tiges de végétaux, qui sont demeurées debout, avec les racines encore adhérentes. De telles tiges sont fréquentes près de Saint-Étienne, où les dessins de Brongniart ont rendu classiques celles de la carrière du Treuil: de même, en exploitant un grès houiller dans la Nouvelle-Écosse, on a mis à découvert de grandes plaques dont chacune laissait voir la section de plusieurs troncs d'arbres, en sorte qu'on pouvait très légitimement croire qu'on avait sous les yeux le plan fidèle d'une forêt de l'époque.

Si telle est l'idée qu'on doit se faire de la houille, il en résulte plusieurs conséquences importantes. En premier lieu, la compacité et la richesse en carbone étant très supérieures, dans la houille, à ce qu'elles sont dans la tourbe, chaque couche de charbon de terre doit correspondre à une épaisseur beaucoup plus grande de tourbe comprimée et enrichie. La matière végétale de plusieurs forêts vierges, accumulée sur un même lieu, suffirait à peine à donner quelques décimètres de houille compacte. Par conséquent, dans l'hypothèse d'une formation tranquille, un mètre de houille représente une durée considérable.

Or il arrive souvent que, sur une même verticale, on compte plus de cent couches de houille (c'est le cas, en particulier, dans les bassins belges). De plus, ces couches sont séparées les unes des autres par des épaisseurs plus ou moins grandes de schistes et de grès, qui sont des sédiments, formés à la manière des dépôts d'alluvion des grands

fleuves. Il est donc nécessaire d'admettre qu'une puissante végétation tourbeuse s'est développée paisiblement pendant un grand nombre de siècles; qu'ensuite un affaissement du sol est survenu, interrompant le phénomène tourbeux et donnant lieu à la formation de dépôts mécaniques; que plus tard, le sol ainsi nivelé est redevenu propre à la croissance des mousses tourbeuses, et ainsi de suite. Chaque bassin houiller représenterait ainsi un intervalle de temps énorme et, de fait, des naturalistes éminents, tels que M. Heer, de Zurich, cherchant à calculer le temps qu'avait pu exiger la formation des seuls bassins du Pays de Galles, ont cru faire une évaluation modérée en indiquant le chiffre de six cent quarante mille ans.

Toutes ces spéculations qui, hier encore, semblaient le plus admissibles du monde, viennent de s'évanouir, comme une véritable fantasmagorie, à la lumière des faits recueillis avec autant de patience que de sagacité par deux ingénieurs français, M. Grand'Eury, de Saint-Étienne et M. Fayol, de Commentry. Le premier s'est livré à des études minutieuses sur les houilles du centre de la France, généralement beaucoup moins compactes et moins minéralisées que celles du nord. Il a reconnu qu'elles se composent presque toujours de feuilles ou d'écorces posées à plat. Ces feuilles et ces écorces sont celles des fougères et des grands arbres de l'époque houillère, lesquels appartenaient à des familles de cryptogames voisines de nos prêles et de nos lycopodes, à cette différence près que les tiges, gorgées de moelle et munies d'une écorce épaisse, s'élevaient en colonnes droites, jusqu'à trente et même quarante mètres de hauteur. Il n'y a pas trace de mousses, et rien qui ressemble le moins du monde à une végétation tourbeuse, toutes les plantes de la houille, si elles témoignent d'une grande humidité de l'atmosphère, étant des végétaux terrestres et non aquatiques. MM. Fayol et Renault ont même recueilli, en abondance, parmi les houilles des

bassins du centre, des spécimens où l'on reconnaît très facilement, à l'œil nu, des troncs aplatis de fougères arborescentes.

Il résulte de là que la houille est un produit de flottage, dont tous les éléments, empruntés à la dégradation de pentes boisées, ont été en suspension dans un liquide en repos. Ainsi tombent, d'un seul coup, tous ces calculs d'après lesquels la durée de la formation d'une couche devait avoir été proportionnelle à son épaisseur.

De plus, on a reconnu qu'on s'était singulièrement trompé en admettant que les tiges debout, observées dans les couches houillères, représentaient des arbres en place. D'abord jamais une seule de ces tiges n'a été trouvée dans un lit de houille ; on ne les rencontre que dans les schistes ou les grès encaissants. Toutes ont perdu l'ombelle de feuilles par laquelle elles devraient se terminer ; un très grand nombre sont absolument dépourvues de racines. En outre, elles appartiennent pour la plupart à des prêles, c'est-à-dire à des végétaux d'une durée très éphémère et, si les dépôts qui les encaissent sont de formation lente, il est inadmissible que de tels végétaux aient pu continuer à vivre pendant le temps nécessaire à la formation des quatre ou cinq mètres de couches au milieu desquels on les trouve enfouis. Leur présence s'explique tout autrement, comme l'a montré M. Fayol. Un arbre en forme de colonne très peu dense, terminé par un panache de feuilles, flotte verticalement dans l'eau jusqu'à ce qu'il ait touché le fond. Si donc il se trouve emporté par une inondation rapide, charriant du sable et du gravier, il arrivera souvent (et la chose a été plus d'une fois observée de nos jours au Mississipi) qu'il demeurera vertical au milieu du dépôt d'alluvions.

Par là on se trouve conduit à envisager la formation de la houille sous un jour tout nouveau. Qu'on imagine une région accidentée, soumise à l'influence d'une température tropicale et d'une atmosphère lourde et humide. Les pentes

se garniront d'une abondante végétation cryptogamique, dont la vigueur est attestée par le fait que les frondes des fougères herbacées de l'époque atteignaient huit à dix mètres de long, tandis que les bourgeons des végétaux d'ordre plus élevé avaient dix fois la longueur qu'ils ont de nos jours dans les espèces congénères. Périodiquement, des pluies abondantes viennent dégrader le terrain et entraînent, dans les lacs qui occupent les parties les plus basses, un mélange de pierres, de sable, d'argile et de détritux végétaux, parfois d'arbres entiers. En débouchant dans le lac, les eaux torrentielles perdent leur vitesse : les matériaux les plus grossiers se déposent près du bord, tandis que les argiles vont un peu plus loin et que les végétaux sont charriés jusqu'à l'extrémité du delta, formant une couche d'autant plus épaisse que les plantes transportées étaient en plus grande abondance. Avant que ces dernières, entrelacées ensemble et plus ou moins mélangées de vase, aient eu le temps de remonter à la surface, une seconde inondation survient, qui les enfouit sous de nouveaux dépôts, en même temps qu'elle prolonge la couche destinée à se transformer, à l'abri de l'air, en combustible minéral. Ainsi, plus de marais tourbeux à croissance infiniment lente, plus de mouvements successifs d'affaissement. Toutes les particularités des couches, quelque compliquées qu'elles puissent être, changements d'allure, d'épaisseur, de composition, s'expliquent le plus simplement du monde, soit par les variations du régime des pluies, soit par les déplacements de l'embouchure des cours d'eau. Et l'on n'a plus de peine à comprendre pourquoi, dans un même bassin, mieux encore, dans une même couche, on peut rencontrer toutes les variétés, depuis la houille pure, matière végétale exempte de tout mélange mécanique, jusqu'au schiste carbonneux, produit de la consolidation d'une boue qui ne contenait que des parcelles de plantes disséminées.

Dira-t-on que c'est une conception ingénieuse, à laquelle

manque la sanction définitive de l'expérience? Si l'on se montrait sceptique à ce point, il suffirait, pour s'éclairer, de faire le voyage de Commentry. Seul ou presque seul de son espèce, ce beau gisement a pu être exploité à ciel ouvert sur une échelle colossale. Des tranchées d'un kilomètre de long, où les bancs sont à découvert sur plus de cent mètres de profondeur, en dessinent toutes les particularités avec la netteté d'une figure de géométrie. Tout à côté, de grandes caisses destinées au lavage des charbons servent à des expériences de sédimentation rapide, où M. Fayol a reproduit toutes les circonstances de l'allure des couches. Aussi dirons-nous hardiment que la cause de la formation rapide est gagnée, non seulement pour les bassins du centre de la France, où il ne saurait plus y avoir le moindre doute, mais même pour ceux du nord : car ces derniers ne diffèrent des précédents que par une régularité beaucoup plus grande et une moindre grosseur du grain des sédiments ; et ces différences s'expliquent sans peine, si l'on réfléchit que, dans le nord, les cours d'eau chargés de débris de végétaux débouchaient à la mer, dans de vastes et profonds estuaires, où le mouvement de la vague étalait et régularisait les dépôts.

Pour conclure, nous opposerons aux conclusions de M. Heer le calcul bien simple fait par M. Fayol : Qu'on imagine un cours d'eau charriant un million de mètres cubes de troubles par an, c'est-à-dire onze fois moins que n'en transporte de nos jours la Durance ; il lui suffira de sept mille ans pour remplir entièrement le bassin de Commentry, y compris les vingt ou vingt-cinq mètres de houille qu'on y observe ; et ces derniers n'exigeront, à raison d'une couche végétale annuelle de un demi-millimètre d'épaisseur, qu'une surface boisée de cinq mille hectares. Or ces chiffres sont incontestablement des *maxima*, si l'on tient compte de la puissance incomparable de la végétation houillère et de l'activité des agents d'érosion, attestée par la dimension des conglomerats.

Si donc la formation de la houille n'a pas été instantanée, du moins une conception qui la regarderait comme telle serait plus près de la vérité que l'ancienne théorie. En tous cas, le temps n'y est pour rien et tout, dans ce phénomène, est le produit de l'action dynamique. Puissance de végétation, puissance de ruissellement et de transport, voilà les facteurs nécessaires : il n'y en a pas d'autres.

C'est bien, dira-t-on peut-être ; les accumulations végétales se sont formées rapidement ; mais quelle influence, sinon celle du temps, a pu en faire cette matière compacte et à peu près amorphe qui s'appelle la houille ? Veut-on s'éclairer à cet égard ? C'est encore aux bassins du centre de la France, à ceux de l'Allier ou du Cantal, qu'il faut recourir. Il en est où quelques-unes des couches de grès au milieu desquelles la houille est comprise contiennent, à côté de galets de quartz et de granit, de véritables cailloux anguleux de houille, quelques-uns assez gros pour qu'on y voie nettement la division en lits d'inégal éclat, et pour qu'on puisse constater l'identité absolue de ce combustible avec celui qui fait l'objet de l'exploitation. Ainsi, pendant la durée de la formation d'un seul bassin, les matières végétales ont été complètement transformées en combustible minéral, après quoi un mouvement du sol les a amenées au jour, où les agents de dégradation s'en sont emparés comme des autres éléments solides du terrain !

L'action du temps est-elle plus manifeste dans les phénomènes de l'ordre purement physiologique ? Beaucoup de naturalistes l'ont pensé, et la plupart des adhérents de la doctrine de l'évolution imaginent qu'il y a, dans chaque être, une puissance de transformation qui ne demande, pour se développer, que le concours du temps. A cela les faits répondent. Tantôt ils nous montrent, dans le monde organique actuel, des types presque absolument identiques avec ceux des premiers âges géologiques, vivant côte

à côté avec d'autres, dont les périodes même les plus voisines de la nôtre ne semblent nous avoir légué aucun précurseur ; tantôt c'est l'inverse, et certaines couches de terrains nous offrent, à côté d'espèces dont il est aisé de reconnaître aujourd'hui les congénères, des combinaisons organiques dont la nature actuelle n'a gardé aucun souvenir.

La succession des types ne paraît pas plus régulièrement coordonnée au temps. Des périodes entières ne nous laisseront apercevoir aucune variation dans les flores continentales, tandis que, pendant la seule durée de l'époque houillère, nous verrons la flore se modifier à ce point, que son étude fournit le moyen le plus sûr pour la comparaison et la classification des bassins houillers. De même, les reptiles passent, durant les temps secondaires, par une remarquable série de types, tandis que, dans le même intervalle, les mammifères subissent un tel arrêt de développement qu'on les retrouve, à la fin, à peu près tels qu'on les a vus au début.

Pourquoi ces différences ? Uniquement parce que l'élément dynamique, c'est-à-dire l'influence du milieu et de ses transformations plus ou moins accentuées, a manqué dans certains cas, tandis qu'il intervenait puissamment en d'autres. Là, encore, le temps à lui seul ne produit rien. Nous ne voulons pas dire qu'il ait fait défaut aux phénomènes et que la série des événements terrestres n'ait pas embrassé de très grandes durées ; mais, outre que ces durées ont été moindres qu'on ne le croit souvent, l'action du temps n'a pas été directe. Si parfois on croit le saisir à l'œuvre, c'est simplement parce que sa marche a permis à la force de se déployer sous divers aspects.

En résumé, le temps nous apparaît, en toute occasion, comme un élément purement passif. Il ne fait rien par lui-même et n'a pas de vertu propre. Il n'est qu'un des milieux dans le sein desquels s'accomplissent les transfor-

mations du facteur dynamique, le seul réellement agissant. L'autre milieu est l'espace auquel personne n'a jamais songé à assigner un rôle actif. Et pourtant l'espace et le temps sont comparables. Ils entrent par leurs rapports mutuels dans les formules de la mécanique ; le langage usuel, cette suprême expression du bon sens, a si bien saisi leur analogie qu'on dit un intervalle de temps, comme on parle de l'intervalle qui sépare deux objets. Et Tacite, voulant parler d'une longue durée, la qualifie de *grande mortalis ævi spatium*, un grand espace de temps !

Si le temps a une influence dans les phénomènes matériels, elle est du même ordre que celle qu'il exerce dans les choses de l'ordre moral. Il adoucit les contours, il efface les aspérités ; il aide à faire disparaître tout ce que la force avait produit. Mais, si l'on veut des résultats, c'est toujours à celle-ci qu'il faut recourir, et ceux qui croiraient parer à son insuffisance en lui accordant des durées sans mesure, feraient bon marché des enseignements de l'expérience ; car, nous ne craignons pas de le dire, tous les faits protestent contre une telle conception.

A. DE LAPPARENT.

---

LES

# POPULATIONS DANUBIENNES

—  
ÉTUDES D'ETHNOGRAPHIE COMPARÉE (1)

---

## IV. — *Les tribus méridionales : Littoral de la Propontide et de la mer de Thrace.*

Si les côtes orientales de la presqu'île de l'Hémus étaient relativement peu peuplées, le littoral du sud renfermait des tribus nombreuses et puissantes. C'étaient d'abord les *Pæti* et les *Apsinthii*, moins considérables, qui campaient dans l'espace de terrain compris entre les dernières ramifications occidentales des petits Balkans et les bouches de l'Hèbre. Dans la Chersonèse habitait la tribu des *Dolonci*. Puis venaient, aux pieds du Rhodope, les *Corpilli*, les *Cicones*, une des nations les plus célèbres de l'antiquité classique, et les *Bistones*. C'est dans ces parages aussi que se trouvait l'île de *Samothrace* : son nom seul indique le caractère ethnographique de ses habitants. Entre le Nestus et le Strymon, nous avons les *Sapæi*, les *Edones* et les *Odomanti*. Enfin les Thraces avaient poussé deux de leurs tribus au delà du Strymon dans la province méridionale de

(1) Voir la livraison précédente, p. 135.

Mygdonie : c'étaient les *Sinti*, les *Bisaltæ* et les *Brygi*. Tous ces peuples sont cités par Hérodote et occupaient déjà depuis longtemps les positions respectives que nous avons indiquées, lorsque Xerxès traversa leur pays pour fondre sur la Grèce. Il y aura cependant des réserves à faire sur la topographie de cette partie de la Thrace d'après Hérodote.

Ainsi les *Pæti*, que nous plaçons immédiatement sur les versants occidentaux des petits Balkans, sont reculés par l'historien grec au delà de l'Hèbre entre les *Apsinthiens* et les *Ciconiens*, et au sud des *Corpilli* qui par conséquent remontent davantage dans l'intérieur des terres. La carte de Sprüner (1) a modifié ces positions dans le sens que nous avons indiqué plus haut. Il est difficile de se prononcer sur l'exacte situation des *Pæti*, nation obscure, dont aucun autre écrivain ne fait mention après Hérodote.

On est mieux fixé sur la tribu des *Apsinthiens* ou *Apsynthiens*. M. Rawlinson semble les avoir oubliés dans la liste qu'il a dressée des peuples thraces cités par Hérodote (2). Et cependant, le père de l'histoire dit clairement que les *Apsinthiens* étaient des Thraces (3), quand il rapporte qu'Œobaze, un des généraux de Xerxès, s'étant enfui en Thrace fut saisi par le peuple thrace des *Apsinthiens*. De plus, à un autre endroit, M. Rawlinson affirme explicitement que les *Apsinthiens* étaient des Thraces (4).

Les *Apsinthiens* occupaient toute la région située au nord de la Chersonèse : cette position est nettement marquée par Hérodote (5) et par un fragment d'Hécatee de Milet (6). Il n'est pas aisé de tracer les frontières des

(1) *Historisch-geographischer Hand-Atlas*. 1<sup>ste</sup> Abtheilung, n<sup>o</sup> 17.

(2) *Herodotus*, t. III, p. 211.

(3) IX, 419.

(4) *Herodotus*, t. III, p. 427.

(5) VI, 36, 37.

(6) Müller, *Fragm. hist. gr.*, 135.

Apsinthiens, surtout à l'est, à cause de l'incertitude qui plane sur la topographie des *Pæli*; la délimitation d'Étienne de Byzance, qui leur donne l'Hèbre pour bornes occidentales, paraît devoir être acceptée (1). Du reste, les Apsinthiens n'ont guère joué de rôle historique prépondérant, et ils ont disparu très tôt de la scène du monde.

Strabon, Suidas et Étienne de Byzance (2) connaissent une cité du nom d'*Apsynthus*; mais, à en croire M. Rawlinson, ces auteurs auraient confondu cette ville avec celle d'*Aenos* dont parle Hérodote (3). *Aenos*, il est vrai, a porté plusieurs noms, entre autres celui de *Pollyobria*, que nous avons déjà cité. Denys le Périégète mentionne une rivière du nom d'*Apsynthus*, et Eustathe pense que les Apsinthiens lui doivent leur appellation. Nous ne partageons pas cet avis, et nous croyons avec M. Tomaschek que les Apsinthiens ont reçu ce nom à cause de l'absinthe qui croît avec abondance dans leur pays (4). Cette opinion se confirme par le fait que le mot grec ἀψίνθιον, ἄψιθος ou ἀσπίνθιον, ἄσπιθος est probablement d'origine thrace. Ovide nous est témoin que la région des Gètes sur le Danube inférieur produisait beaucoup d'absinthe (5), et par toute la Thrace on faisait grand usage du jus de cette plante, οἶνος ὁ ἀψίνθιος. M. Tomaschek rapproche du mot thrace l'arménien *osindr*, qui peut venir de *ospindr* et être dérivé de la racine *spindr*, brûler. Faut-il y comparer le roumain *spindz*, encore inexplicé jusqu'ici?

Hérodote raconte qu'Œobaze fut sacrifié à Πλειστόωρος, *Pleistorus*, un des dieux vénérés par les Apsinthiens. Quel était ce dieu? L'histoire ancienne ne fournit aucun autre témoignage que celui d'Hérodote; il est donc bien difficile d'identifier ce personnage de *Pleistorus*. M. Rawlinson

(1) Sub vocibus Αἴνος et Κορπιλοί.

(2) Sub verbo Ἄψιθος.

(3) VII, 58.

(4) MUSÉON, t. II, p. 395.

(5) *Trist.*, V, 13, 21. — *Pont.*, III, 1, 23, 8, 15.

conjecture que c'était le dieu Mars des Thraces (1). Cette opinion se fortifie encore de l'étymologie du mot Πλείστωρος, qui rappelle le bactrien *fraêsta* « puissant », et l'arménien *herust* « fort », et que nous avons déjà retrouvé dans le nom des *Polistæ* ou *Plistæ*, anachorètes daces et sectateurs de Zalmoxis. Malgré cette analogie de sens entre les noms de *Pleistorus* et les attributions guerrières que M. Rawlinson lui donne, M. Tomaschek préfère reconnaître dans le dieu Πλείστωρος des Apsinthiens le Dionysos grec (2). Nous ne citerons que pour mémoire l'hypothèse de M. Bergmann (3) qui voit dans *Pleistoros* le dieu Soleil inspirant les ascètes, *Pleistoi*, et recevant par ce motif le nom de Πλείστωρος, c'est-à-dire *Pleistvaros*, qui garde les *bénis* (4).

Les *Dolonci*, qui suivant Hérodote (5) occupaient la Chersonèse, disparurent assez tôt du nombre des tribus thraces. Après l'époque de Miltiade, ils ne sont plus guère cités par les écrivains de la Grèce. Seul leur nom survit dans la liste de Pline, qui les appelle *Doloncæ*, et chez Solin Polyhistor (6). Étienne de Byzance parle aussi des Δολογγίοι. M. G. Rawlinson émet l'idée d'une parenté avec les *Doliones* de Cyzique et les *Dolopes* de Thessalie (7). Cette opinion a pour elle l'autorité d'Ammien Marcellin qui, dans la vie de Thucydide, appelle les *Dolonci* du nom de *Dolopes*. Rien d'impossible du reste à cette migration. Cyzique est à peine à un degré et demi à l'est de la Chersonèse, et l'on sait que les tribus thraces firent de fréquentes invasions en Macédoine et en Grèce.

(1) *Herodotus*, t. IV, p. 463.

(2) *Muséon*, t. II, p. 407.

(3) *Les Scythes*, p. 59.

(4) Tel est le sens attribué par M. Bergmann, qui rapproche *Pleistoi* de l'anglais *blessed* !!

(5) VI, 34 et suiv.

(6) Ch. XVI.

(7) *Herodotus*, t. III, p. 427.

Au témoignage de Pline, les *Corpilli* vivaient sur les deux rives de l'Hèbre (1). Aucun autre écrivain classique ne fait mention de cette tribu : nous sommes donc réduit sur leur compte à de simples conjectures. L'élément *Carp* qui apparaît dans leur nom semble commun à plusieurs termes des dialectes de la Dacie et de la Thrace. Qu'on se rappelle *Carpatha*, nom dace de l'immense chaîne des Alpes. Il y avait en outre la tribu des *Carpi* à l'ouest des Carpathes, les *Καρπίδαι* d'origine dace que les Scythes appelaient *Καλιπίδαι*. L'historien Zosime, au temps des Goths, signale encore la peuplade des *Καρποδάκκι* et, à l'est de l'Hémus, Ptolémée indique un endroit nommé *Καρπουδαϊμον*. Dans la mer Égée les anciens géographes plaçaient une île nommée *Karpathos*. Enfin Hésychius nous apprend que les Thraces eux-mêmes étaient souvent désignés sous le nom de *Karpontiens* (2). Si donc les *Corpilli* sont perdus pour les annales de l'histoire, leur nom du moins témoigne de leur origine et suffit à lui seul pour leur faire prendre rang parmi les peuples thraces.

Les *Corpilli* étaient riverains de l'Hèbre. S'il faut en croire le lexicographe Hésychius, le nom de ce fleuve serait des plus intéressants pour la philologie. Voici la glose qu'il consacre à ce terme : "Εβρος· τράγος βιάτης και ποταμὸς Θράκης. En langue thrace, l'Hèbre serait donc la rivière du bouc, et l'on peut, d'après Pott, comparer *ἔβρος* au latin *capra*, d'autant plus que le terme est devenu en Mésie *Kebros*, nom d'une rivière, aujourd'hui Dschibra (3). Il est certain que cette appellation de « fleuve de la chèvre » n'a rien d'insolite. Qu'on se rappelle *Ægos potamos*. Du reste la chèvre était chez les Thraces un animal symbolique, elle est souvent gravée sur les monnaies de la Macédoine.

(1) *Hist. nat.*, IV, 11.

(2) Fligier, *Zur prähistorischen Ethnologie der Balkandhalbinsel*, p. 11.

(3) *Id.*, *Ibid.*, p. 2.

Entre l'Hèbre et le Nestus, au sud du Rhodope, immédiatement à l'ouest des *Corpilli*, on a les *Cicones*, peuple fameux dans l'antiquité et l'une des plus puissantes nations de la Thrace. Hérodote marque avec précision les frontières de leur territoire (1). « Ils habitaient, dit-il, tout le district qui s'étend vers le promontoire de Serrhêum », aujourd'hui le cap Makri. Cette région, d'après le même historien, s'appelait jadis *Gallaïca* et de son temps *Briantica*; mais, ajoute-t-il, elle appartient en réalité aux Ciconiens. Faut-il dans ce nom de *Gallaïca* voir un souvenir de l'émigration des Celtes et de leur séjour dans les régions danubiennes? M. Rawlinson se pose la même question, mais il hésite à la résoudre (2). Le terme *Briantica* peut servir de point de repère pour identifier la tribu thrace des *Priantæ* dont il est question chez Pline (3). Malheureusement les indications tout à fait vagues du naturaliste ne permettent pas de fixer la topographie. Le *Priaticus campus*, que les Romains traversèrent pour aller de Neapolis à Abdère, semble aussi désigner le même pays (4).

Les Ciconiens étaient déjà établis sur les côtes de la mer Égée à l'époque de la guerre de Troie; car Ulysse aborda chez eux et détruisa leur ville d'Ismare (5), que les commentateurs assimilent généralement à Marathon (6). D'après Pline, ils auraient plus tard envahi le domaine des *Corpilli* pour s'étendre à l'est jusqu'à l'embouchure de l'Hèbre, puisque le naturaliste place sur le territoire des Ciconiens

(1) VII, 59, 108, 110.

(2) *Herodotus*, t. IV, p. 91.

(3) *Hist. nat.*, IV, 11.

(4) Tite-Live, liv. XXXVIII, 11.

(5) *Odyssée*, liv. IX, v. 39-59. — Si Homère est seul à parler de la ville d'Ismare, Hérodote mentionne le lac Ismaris (VII, 109). Il y a aussi une montagne de ce nom.

(6) M. Rawlinson s'arrête à l'opinion moins commune qui retrouve l'Ismare d'Homère dans Maroneia (*Herodotus*, t. IV, p. 91). M. Stein partage cette manière de voir (*Herodotus*, t. IV, p. 102).

les bouches de l'Hèbre, le lac Stentor<sup>(1)</sup> et la ville d'Aenos<sup>(2)</sup>. Virgile emploie le nom des *Cicones* comme synonyme de celui de Thraces<sup>(3)</sup>.

Voilà tout ce que nous savons des Ciconiens : après l'expédition de Xerxès, ils disparaissent du théâtre de l'histoire, anéantis peut-être par le terrible conquérant qui fit sur leur territoire à Dorisque le dénombrement de sa formidable armée.

Après les Ciconiens en allant de l'est à l'ouest, on rencontre la tribu des *Bistones*, qui probablement se substitua aux *Cicones*, car elle occupe une large part dans les traditions de l'antiquité. Il n'est pas rare même de voir les auteurs appliquer le nom de *Bistonia* à toute la Thrace<sup>(4)</sup>. Ovide parle fréquemment des *Bistoniac sarissæ*, sorte de longue pique ou lance, en usage chez les Macédoniens<sup>(5)</sup>. D'après Lucain<sup>(6)</sup>, les Bistoniens étaient adonnés au culte de Minerve et les Spartiates avaient élevé un temple à la Minerve des Bistoniens, tout comme les Athéniens en avaient élevé un à Munychie en l'honneur de Bendis, la Diane des Thraces.

La fable rapporte que les *Bistones* descendaient de Biston, fils de Mars<sup>(7)</sup>, et naturellement l'érudition antique s'est contentée de cette étymologie. Pour nous, nous proposons de rattacher le nom des *Bistones* à l'éranien *viçta*, « acquéreur, possesseur ». Ce terme subsiste du reste comme suf-

(1) M. Rawlinson (*Herodotus*, t. IV, p. 53) remarque très justement que Pline semble avoir lu *λιένζα* « port » au lieu de *λίμνην* « lac » dans le passage d'Hérodote (VIII, 58) qu'il reproduit.

(2) *Os Hebri ; portus Stentoris, oppidum Aenos liberum cum Polydori tumulo, Ciconum quondam regio*. Pline. *Hist. nat.*, IV, 11.

(3) *Georg.*, IV, v. 520-525.

(4) Par exemple Valerius Flaccus, liv. III, v. 159, qui appelle Orphée de Thrace *Bistoniac magnum alumnus*. Horace en parlant des femmes thraces dit *Bistonidum crines*, liv. II, od. 19, v. 20.

(5) Ovid., *Ep. Pont.*, 3, v. 379.

(6) Liv. II, v. 163.

(7) Lucain, liv. VII, v. 568.

fixe dans le nom de *Burovista*, Βορβερίστας, Bérébiste, le fameux roi des Daces, vrai fondateur de leur empire, et dans celui de Διτύβιστος, un Dardanien de Vederiana(1). Les *Bistones* seraient donc « les possesseurs, les opulents ».

Le suffixe *riçta*, *bista* a subi dans l'idiome thrace une modification qu'il importe de signaler(2). On le trouve sous la forme normalement altérée de γεστος. Dans les *Actes* de S. Philippe d'Héraclée(3), les Bollandistes mentionnent un nom de lieu, *Gestistyrum*, qui doit être interprété en latin par *locus possessorum*. M. Heuzey a relevé sur une inscription de Philippes le nom d'une femme thrace *Galgesta* (4), et enfin c'est bien encore le même suffixe qui apparaît dans le nom d'un Péonien Ζερμοδιγεστος.

Le nom des *Bistones* se trouvait aussi dans celui du lac Bistonis, aujourd'hui *Lagou Bourou* et, d'après M. Rawlinson, dans celui de la ville de Βίστιρος ou *Pistyrus*, située sur un promontoire en face de l'île de Thasos et qu'Étienne de Byzance appelle Θράκων ἐμπόριον, l'*emporium* des Thraces(5). Mais nous croyons cette dérivation peu exacte et, avec M. Tomaschek(6), nous préférons voir dans la terminaison de *Pistyrus* le sanscrit *sthâvara*. Cette terminaison est fréquente en Thrace. On a *Gestistyrus* que nous venons de citer, Δουρόστορον, aujourd'hui Silistria en Mésie, Κοπούστυρος, Βηλαστέρα et Καπιστούρια.

Sur la côte que nous venons de parcourir, entre l'Hèbre et le Nestus, les insulaires de Samothrace possédaient des

(1) Procope, *Hist. arcana*, VI, 3.

(2) Voir Tomaschek, *Ueber Brumalia und Rosalia*, pp. 382, 383.

(3) Boll. t. IX d'octobre, p. 551.

(4) *Le Panthéon des rochers de Philippes*, p. 456.

(5) Sub voc. Πίστιρος. Harpocraton, 124, II, dit Πίστιρος, *Schol.*, *Æschyl. Pers.* On a aussi Πίστυρος, Πίστιρος. Il y a entre Βίστιρος et Πίστιρος le rapport signalé plus haut entre Βοιαντική et *Priaticus*. D'après Strabon, liv. I, le lac Bistonis avait été formé par une invasion de la mer. Cfr Hérodote, liv. VII, 109, qui esquisse très nettement l'hydrographie de ces régions.

(6) *Ueber Brumalia und Rosalia*, p. 382.

établissements nombreux depuis la ville de Doriscus jusqu'à l'embouchure du Lissus entre Mesembria et Stryme. Hérodote nomme Salé, Zôné (1) et Mesembria, qu'il ne faut pas confondre avec la ville du même nom située sur le Pont-Euxin et dont nous avons déjà parlé (2). Samothrace était, comme Lemnos, Naxos et d'autres îles de l'Archipel, une colonie de Thraces, fondée probablement au cours de l'émigration qui transporta d'Europe en Asie Mineure le rameau devenu plus tard la puissante nation des Phrygiens. Peut-être faut-il attribuer à la même circonstance le rôle prépondérant que les insulaires de Samothrace jouent dans les légendes religieuses de l'antiquité ? En effet, l'île de Samothrace passait pour la gardienne des traditions et le théâtre des mystères (3). « Samothraces, nos hôtes, s'écriait L. Atilius, est-il vrai ou faux que cette île soit sacrée et que son territoire soit tout entier auguste et inviolable, comme la renommée le publie (4) ? » Le mythe des Cabires, par exemple, paraît originaire des îles de l'Archipel ; du moins, c'est à Samothrace et à Lemnos qu'on en retrouve les plus anciens vestiges. Voilà pourquoi plusieurs mythologues mettent au compte des Thraces le culte des Cabires. Au témoignage de Diodore de Sicile (5), les habitants de Samothrace se servaient d'un dialecte particulier fort ancien dont il était demeuré des restes nombreux dans la liturgie. Mais ce n'est pas le moment d'insister : cette question des migrations thraces dans l'Archipel et l'identité des cultes de la péninsule des Balkans et de l'Asie Mineure trouvera son développement naturel quand nous traiterons de l'origine des peuples thraces.

(1) Hérod., VII, 59. Salé est ignorée de tous les autres écrivains, elle avait probablement péri avant l'époque d'Alexandre. Zôné devint célèbre dans l'antiquité par le prodige qu'y accomplit Orphée quand les forêts s'ébranlèrent à sa voix. Voir Pomp. Mela, *De situ orbis*, lib. I, cap. 2.

(2) Hérodote, VII, 108. La *Mesembria* des Samothraces est aujourd'hui *Tekieh*.

(3) Cfr Hérodote, II, 51 et Strabon, liv. X.

(4) Tite-Live, XLV, 5.

(5) V, 47.

Entre le Nestus et le Strymon, on trouve d'abord les *Sapæi*, ensuite les *Edoni* et les *Odomanti*. Les *Sapæi* sont simplement cités par Hérodote et Pline (1), et aucun autre auteur n'en a fait mention à l'exception d'Archiloque, qui parle des boucliers des *Σάιοι*. Or les *Σάιοι*, dit Étienne de Byzance, sont les *Σάπαι* ou *Σαπαιοι* (2). Toutefois, il ne peut subsister aucun doute sur leur position, car Hérodote les place entre les Bistonien et les Édonien, dont les limites sont exactement fixées, comme nous l'avons vu plus haut.

Plus heureux que beaucoup d'autres dénominations ethniques, le nom des *Sapæi* paraît avoir surnagé, malgré tant de bouleversements qui sont venus vingt fois changer les populations de la Thrace. M. Tomaschek nous apprend en effet que le mot *Sopi*, qui rappelle les *Sapæi* du Rhodope et du Pangée, est fréquemment usité comme nom propre chez les Bulgares et les Valaques (3). Du reste, il existe encore aujourd'hui une peuplade du nom de *Sopi* (4). Elle se sert de la langue bulgare, mais diffère de ses voisins par le caractère, les mœurs et les traits physiques. Méprisés par les Bulgares, les *Sopi* n'en revendiquent pas moins avec fierté leur appellation ethnique, seul reste de leur grandeur passée (5).

Relevons encore avec soin le nom d'un roi des Sapéens, ce sera l'occasion de signaler un débris de la langue thrace. Ce nom est celui d'Ἀβρούπολις (6). Le premier élément se rencontre aussi dans les noms propres Ἀβροζέλημης (7), Ἀβρότουν et Ἀβρολέβη; quant au second, on ne peut y méconnaître

(1) Hérodote, VII, 110. — Pline, *Hist. nat.*, IV, 11.

(2) Voir Stein, *Herodotos*, t. IV, p. 103.

(3) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 32.

(4) Fligier, *Zur prähist. Ethnol. der Balkanhalb.*, p. 63.

(5) Jirecek, *Geschichte der Bulgaren*, p. 111.

(6) Pausan., VII, 10, 6; Diod. de Sic., XXIX; Liv., XLII, 13, 6.

(7) Fick, *Die griechischen Personennamen*, p. LXV. Ces noms propres sont cités par Xénoph., *Anab.*, VII, 6, 43; Plut., *Them.*, 1 et Theophan., *Chron.*, p. 728.

la forme grécisée du suffixe *porus*, *poris*, *por*, qui se trouve dans *Pieporus*, *Petoporus*, *Natoporus*, *Bithoporus*, *Dindiporis*, *Rascuporis*, *Ῥησκούπορις*, *Aulupor*, *Mucapor*, *Sempor*. La plupart de ces mots appartiennent aux vocabulaires dace, sapéen et bithynien. Encore une preuve nouvelle de la primitive unité linguistique des Daces et des Thraces. « L'élément *por* est foncièrement aryaque, dit M. Tomaszek, et il s'explique aisément par la racine *por*, remplir, nourrir. On peut songer peut-être aussi au sanscrit *pāla*, roi, le *πάρις* *Ἀλεξανδρος* des Troyens (1), et au lydien *πάλαμυς*, *πάλμυς*. »

On est beaucoup mieux renseigné sur les Édoniens. Hérodote seul en parle plusieurs fois (2). C'était une des plus anciennes tribus thraces, et Sophocle mêle leur nom aux antiques souvenirs dionysiaques (3). Strabon signale également les cérémonies de leur culte comme remarquables par leur caractère primitif, et vénérables au même titre que les mystères de Bacchus et d'Orphée (4).

Les Édoniens honoraient surtout une divinité du nom de *Cotys*, *Κότυς* ou *Κοτυττώ*, et dont les fêtes étaient désignées sous celui de *Cotytia*. Ce terme apparaît fréquemment dans les dénominations des Thraces. Nous avons déjà cité le nom de *Cotiso*, roi dace vaincu par Auguste ; de plus, il y a chez les Daces une tribu du nom de *Κοτήντιοι*. On connaît celui de *Cotela*, porté par un chef gète, et *Cotu* est un titre souvent donné aux princes des Odryses et des Sapéens : il y a surtout Cotys II, roi des Odryses, qui secourut Persée de Macédoine contre les Romains, l'an 167 avant Jésus-Christ. On peut remarquer que la forme primitive se retrouve intacte chez les peuples du littoral de la mer Égée, Édoniens, Sapéens et Odryses, voisins des deux tribus précédentes.

(1) Μουσέον, t. II, p. 407 et dans *Brumalia und Rosalia*, pp. 335, 336.

(2) V, 126 ; VII, 110, 114 ; IX, 75.

(3) *Antigone*, v. 956.

(4) Strabon, liv. X.

*Cotys* était la déesse de l'amour, la Vénus édonienne, du moins à s'en tenir à l'étymologie du mot. Dans ce terme l'o est le résultat de la prononciation assombrie de l'a (1) ; Κότυς représente donc très exactement le bactrien *kâta*, aimé, dont M. Tomaschek retrouve la forme plus pleine dans le suffixe *-centus* qui termine bon nombre de noms propres thraces (2).

M. Stein pense que Κότυς, Κοτυττώ désignait Diane (3), et il infère cette manière de voir d'un passage d'Hérodote où il est question des Thraces sacrifiant à Diane (4). On pourrait faire valoir comme argument plus solide en faveur de cette opinion l'inscription suivante :

COTO..... M.AIM. II  
RVFI,

trouvée par M. Heuzey sous une représentation de Diane (5). M. Lenormant affirme aussi que la déesse lunaire nationale s'appelait tantôt *Cotys* ou *Cotylio*, tantôt *Bendis* (6). Mais faut-il attacher beaucoup d'importance à cette observation quand, à quelques pages de là (7), le même auteur nous dit que « parmi les noms de l'Olympe thrace, c'est Junon qui paraît avoir droit à celui de *Cotys* ». L'interprétation et l'étymologie de M. Fick nous paraissent aussi peu admissibles. Il rapproche Κότυς, Κοτύταρις, Κοτυττώ du terme indo-européen *katu*, qui a surtout fourni des dérivés celtiques *Catugnotos*, *Caturix*, *Vellocatus*, *Caturiges*, *Catuslogi*,

(1) On signale assez habituellement ce phénomène phonétique dans le dialecte thrace. Comparez :

Sanscrit <i>kâmya</i>	=	thrace <i>Como</i> ,
» <i>kavi</i>	=	» <i>κῶβος</i> ,
» <i>kâma</i>	=	» <i>Como</i> ,
» <i>madhura</i>	=	dace <i>μῶζουλα</i> .

(2) MUSÉON, t. II, p. 404. — *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 18.

(3) *Herodotos erklärt*, t. III, p. 8.

(4) Hérodote, IV, 33.

(5) *Le Panthéon des rochers de Philippes*.

(6) *Sabazius*.

(7) *Ibid.*, p. 381.

et qui est apparenté au sanscrit *çatru*, ennemi. Κότυς, c'est donc Bellone pour M. Fick (1).

Dans un curieux passage d'Eschyle qui est cité par Strabon (2), le tragique grec énumère les instruments dont on fait usage aux fêtes de Cotys. Il y a le βόμβυξ ou flûte, les κοτύλαι ou cotyles, vases d'airain, et le ψαλμός, lyre. Le culte de Cotys passa de Phrygie en Thrace, et de là en Grèce. La Vénus édonienne eut à Athènes un temple desservi par des prêtres du nom de *Baptēs*, parce qu'ils se barbouillaient le visage de lie de vin. Ainsi se popularisèrent les rites infâmes de Cotys, dont on a retrouvé des traces nombreuses. M. Tomaschek nous apprend qu'on a découvert des représentations de Cotys sur des monnaies de l'ancienne Pautalia, aujourd'hui Kōstendil en Bulgarie (3).

Thucydide rapporte que les Édoniens habitaient autrefois au delà du Strymon la région appelée Mygdonie, mais qu'ils en furent chassés par les Macédoniens (4). Voilà qui confirme encore ce que nous avons dit déjà de l'extension primitive des Thraces dans la Macédoine. Toutefois, dès cette période plus reculée, le domaine des Édoniens s'étendait sur la côte à l'est du Strymon. C'est ce qu'il faut conclure d'un passage de Thucydide et d'un autre d'Hérodote (5) ; car ces deux historiens placent chez les Édoniens la ville de Myrcinus et l'endroit nommé Ἐννέα Ὀδοί, les neuf chemins, derrière lequel s'élevait la ville d'Amphipolis. En effet, Thucydide appelle Myrcinus Ἡθωνική πόλις, et Hérodote dit positivement que les « neuf chemins » étaient sur le territoire des Édoniens. Le même auteur rappelle que le nom de cette localité fut, pour Xerxès

(1) Fick, *Die griechischen Personennamen*, p. CCIXV, et *Die ehemalige Spracheinheit der Indogermanen*, p. 422.

(2) Liv. X.

(3) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 18.

(4) *De bello Pelop.*, II, 99.

(5) Hérodote, II, 23, 124 ; VII, 114 ; Thucydide, I, 100 ; IV, 102, 107.

et les Perses envahisseurs de la Grèce, l'occasion d'un acte de froide et sanglante cruauté, que peut seul expliquer un sentiment superstitieux éveillé par le désir de se rendre propices les neuf dieux qui, dans leur pensée, devaient être les protecteurs de cette contrée. Les barbares firent saisir neuf jeunes gens et autant de jeunes filles du pays et les brûlèrent vivants.

Myrcinus et Amphipolis sont sur le lac Prasias, que le Strymon traverse à peu de distance de son embouchure (1). Toutes ces données combinées précisent parfaitement les frontières des Édoniens. Il en est une cependant qui ne mérite pas la même créance : elle nous vient de Thucydide qui affirme que la ville de Drabiscus, aujourd'hui *Drama*, sur le versant occidental du Rhodope, était une cité des Édoniens (2). Il n'est pas probable que la tribu des Édoniens se soit jamais étendue si loin vers le nord.

Les Édoniens étaient parmi les Thraces une des nations les plus belliqueuses, et l'histoire de leurs exploits serait longue. La contrée des Édoniens fournissait du bois de navire et renfermait de riches mines d'argent.

Si l'on remonte le cours du Strymon depuis son embouchure, en passant le long du lac Prasias sur le territoire des Édoniens par les cités d'Amphipolis et de Myrcinus, on rencontre d'abord les *Siropéoniens* et puis les *Odomanti*. Nous n'avons pas à nous occuper directement des *Siro-*

(1) Les géographes de l'antiquité ne sont pas tous d'accord pour fixer le site de Myrcinus. Étienne de Byzance la met sur l'emplacement d'Amphipolis. Cette hypothèse est insoutenable, car Aristagoras attaquait Amphipolis après avoir quitté Myrcinus (voir Hérodote, V, 126 ; Thucydide, IV, 102), et Myrcinus garda toute sa prépondérance, même à l'époque de la grande prospérité d'Amphipolis. (Thucyd. IV, 107). Notre orientation est conforme à celle d'Hérodote, V, 23, qui met Myrcinus sur le Strymon, d'Appien (*Bell. civ.*, IV), qui la place assez loin de la mer, et enfin du colonel Leake. Pour celui-ci, Myrcinus se trouve au nord de Pangæum, non loin d'Amphipolis. Voir *Travels in northern Greece*, t. III, p. 18, cité par Rawlinson, *Herodotus*, t. III, p. 216.

(2) *De bello Pelop.*, I, 100, ἐν Δραβήσκιω τῇ Ἠδωνικῇ.

*péoniens*, parce qu'aucun écrivain classique ne les range parmi les tribus thraces. Mais il ne sera pas inutile à notre sujet de relever chez ce peuple intimement uni aux Thraces quelques détails caractéristiques et, par suite, capables de jeter de la lumière sur l'ensemble de nos recherches ethnographiques.

Le nom des *Siropéoniens* leur vient de *Siris*, ville capitale de leur tribu. Du moins, c'est là l'interprétation d'Étienne de Byzance (1). Hérodote conte à propos de *Siris* une anecdote assez curieuse (2) ; nous ne résistons pas à l'envie de la rappeler ici. A son départ pour la Grèce, Xerxès avait laissé dans cette ville le char et les huit coursiers blancs consacrés à Jupiter. Il faut noter que le Jupiter d'Hérodote est *Ormuzd*, le dieu suprême des Perses. Ce char accompagnait toujours les armées perses dans leurs expéditions (3). Les huit chevaux, blancs comme lait, ainsi s'exprime Hérodote (4), portaient des jougs d'or et étaient ornés de guirlandes. Originaires de la plaine de *Nisaia* (5), ces chevaux se distinguaient par leur taille et leur rapidité : *ἀρίστοι καὶ μεγίστοι*, dit Strabon ; *ὤκιστοι*, d'après Suidas. Le conducteur devait mener l'attelage en marchant à pied et en tenant la bride des chevaux. Il était interdit à tout mortel de monter sur le char. Malgré toutes les précautions prises par Xerxès pour veiller sur un objet si sacré, il lui fut impossible à son retour de retrouver le

(1) Cfr Hérodote, VIII, 115 ; *Siræ* chez Tite-Live, XLV, 14, et *Σίρρα* chez Étienne de Byzance. *Siris* est aujourd'hui la ville de Seres ou Serres, qui compte 20 000 habitants.

(2) *Loc. cit.*

(3) Qu'on se rappelle la mention du même char dans la description que fait Xénophon du train royal de Cyrus. *Cyrop.*, XIII, III, 12.

(4) Liv. VII, 40.

(5) On n'est pas d'accord sur l'identification de cette contrée, car ce nom de *Nisaia* est donné à une plaine située en Médie (Inscription de Behistoun). Strabon appelle ainsi une partie de l'Hyrcanie, et enfin plus à l'est le Vendidad mentionne *Nichya* entre Merw et Balkh. Voir Stein, *Herodotus*, t. IV, p. 14.

char d'Ormuzd. Les Péoniens en avaient disposé en faveur des Thraces, et à toutes les instances de Xerxès ils n'eurent d'autre explication à fournir que celle-ci : les tribus thraces qui habitaient les sources du Strymon avaient dérobé les chevaux pendant qu'ils étaient au pâturage.

Nous avons dit que les *Siropéoniens* n'étaient pas des Thraces. Cependant leurs caractères physiques les rangent parmi les Indo-Européens et, quoi qu'en dise M. Rawlinson (1), nous ne saurions y voir des restes de la population touranienne primitive qui occupa l'Europe avant les Aryas. L'argument du savant orientaliste nous paraît surtout inadmissible. Comment l'usage des palafittes pourrait-il faire conclure à une origine non aryenne ? C'est bien le contraire qu'il faut admettre. L'opinion la plus probable est celle de Niebuhr, qui voit dans les Péoniens d'anciens Pélasges du rameau macédonien ; mais M. Grote, le savant historien de la Grèce, ne partage pas cette manière de voir (2). En tout cas, ce qui demeure nettement établi, c'est que les Péoniens diffèrent complètement de la race illyrienne et thrace.

Quoi qu'il en soit de l'ethnographie des Siropéoniens, nous devons signaler l'usage fort curieux des cités lacustres, qui persista chez eux jusqu'à une époque bien récente, puisque Hérodote constate cette manière de vivre pendant l'expédition de Mégabyze. Leurs maisons, dit l'historien, sont ainsi construites : sur des pieux très élevés, enfoncés dans le lac, on a posé des planches jointes ensemble. Un pont étroit est le seul passage qui y conduise. Les habitants plantaient autrefois ces pilotis à frais communs ; mais dans la suite il fut réglé qu'on en apporterait trois du mont Orbélos à chaque femme que l'on épouserait. La pluralité des femmes est permise dans ce pays. Les Siropéoniens ont chacun sur ces planches leur cabane avec une trappe bien jointe qui conduit au lac. Dans la

(1) *Herodotus*, t. III, pp. 218, 221, 533.

(2) Grote, *History of Greece*, t. IV, p. 19.

crainte que leurs enfants ne tombent par cette ouverture, ils les attachent par le pied avec une corde. Au lieu de foin, ils donnent du poisson aux chevaux et aux bêtes de somme (1).

Voilà bien les cités lacustres de la Suisse, dont on retrouve du reste la trace depuis le Caucase jusqu'en Gaule, sur une ligne qui passe par le Danube et le nord de l'Italie. M. Alexandre Bertrand a cru pouvoir attribuer l'introduction des palafittes à un peuple unique, qui de l'Asie se répandit sur l'Occident, introduisant dans nos contrées, avec la pierre polie, les animaux domestiques et les céréales (2). Cette thèse ne manque pas de vraisemblance, mais il nous paraît difficile de suivre M. Bertrand dans l'identification qu'il fait de certaine pratique des Péoniens avec une tradition gauloise. Nous avons vu que les cabanes du lac Prasias, au témoignage d'Hérodote, étaient bâties sur des pilotis apportés du mont Orbélos par les derniers mariés de l'année. Eh bien, cette contribution frappée sur les jeunes hommes ayant récemment contracté mariage, M. Bertrand croit l'avoir retrouvée en 1872 pratiquée dans une vallée des Pyrénées. A Bagnères-de-Luchon, l'arbre de la Saint-Jean, qui doit alimenter le feu traditionnel, se coupe dans la montagne par le dernier fiancé de l'année (3).

Toutefois, c'est avec raison qu'on a signalé la persistance des habitations lacustres aux époques historiques. Il y a là de quoi réduire les exagérations de la chronologie préhistorique à des chiffres plus raisonnables.

Revenons aux Thraces et à la tribu des *Odomanti* que leurs voisins les Siropéoniens, habitants du lac Prasias, nous ont fait un instant perdre de vue.

Il faut manier avec certaines réserves les données des

(1) Liv. V, 16.

(2) *La Gaule avant les Gaulois*, 5<sup>e</sup> leçon, pp. 120-148.

(3) *La Gaule avant les Gaulois*, p. 145.

écrivains anciens sur les *Odomanti*. Trois auteurs s'en sont surtout occupés : Hérodote, Thucydide, Tite-Live (1).

Hérodote les cite d'abord conjointement avec les habitants du district de Piéria, qui s'étendait au sud du territoire des Édoniens, au pied même du mont Pangée (2) ; ailleurs, il les associe avec les tribus qui occupent les vallées du Pangée, la contrée des Dobères, et avec les Agrianiens.

D'après Thucydide, les *Odomanti* auraient habité les plaines qui s'étendent vers le nord au delà du Strymon. M. Rawlinson croit cette orientation incompatible avec les indications d'Hérodote : voilà pourquoi à son avis les *Odomanti* de Thucydide ne sont pas à identifier avec le peuple du même nom mentionné par Hérodote (3). Nous ne partageons pas cette appréciation, et nous n'hésitons pas à faire une tribu unique des *Odomanti* cités par les deux historiens. Il ne faut pas oublier que les deux auteurs écrivaient à des époques très distantes l'une de l'autre ; par conséquent des modifications relativement importantes ont pu s'opérer dans la situation respective des diverses tribus thraces. C'est donc trop vouloir que d'exiger une concordance absolue entre des renseignements qui portent sur des temps si différents.

Ensuite, la divergence entre Thucydide et Hérodote nous paraît moins forte que ne le juge M. Rawlinson. En effet, le domaine des *Odomanti* dans Hérodote se restreint surtout aux régions du Pangée et du lac Prasias ; mais, quand on se reporte à ce détail de la mention des *Odomanti* conjointement avec les Agrianiens, qui campaient dans la

(1) Hérodote, V, 16 ; VII, 102 ; Thucydide, II, 101 ; Tite-Live, XLIV, 46 ; XLV, 4. Voir Giseke. *Thrakisch-pelasgische Stämme der Balkanhalbinsel*, pp. 5, 102.

(2) Il ne faut pas confondre la *Pieria* de Thrace avec la *Pieria* de Macédoine. Cette dernière se trouvait plus à l'ouest au nord du mont Olympe, entre l'Haliacmon et le Peneus. Quand les Macédoniens eurent chassé les Piériens, ceux-ci émigrèrent au delà du Strymon, et y rétablirent un État du même nom que l'ancien. Cf. Thucydide, liv. II, c. 99.

(3) *Herodotus*, t. III, p. 220.

vallée supérieure du Strymon, on est de par Hérodote autorisé à reculer un peu au nord le territoire des *Odomanti*. Eh bien, Thucydide ne demande pas davantage. Parlant des Thraces qui habitent vers le nord, πρὸς βορέαν, les plaines d'au delà du Strymon, οἱ πέραν Στρυμόνος... Θρᾶκες ὅσοι πεδία εἶχον, l'historien nomme les *Panæi*, les *Odomanti*, les *Droi* et les *Dersæi*. Quand Thucydide parle du nord, il se met au point de vue de la presqu'île de Chalcidique et de la Mygdonie, dont il vient de parler. Il ne s'agit donc pas de remonter jusqu'à l'Hémus ; du reste, les plaines d'au delà du Strymon précisent suffisamment. Enfin la mention des *Dersæi*, dont la position est assimilée à celle des *Odomanti*, ne laisse aucun doute. Les *Dersæi* étaient avec les *Satræ* les voisins immédiats des *Odomanti* à l'est.

Tite-Live fournit un témoignage encore plus explicite, quand il nous dit que la ville de Siras, capitale des Siropéoniens, était de son temps une terre odomantique, *Siras terræ odomanticæ*.

Nous plaçons donc les *Odomanti* au sud du mont Orbelus, entre l'Angites à l'est et le Strymon à l'ouest. Il est difficile de s'imaginer comment Pline a pu écrire que le Nestus coule dans le pays des *Odomanti* (1). L'orientation que nous venons d'indiquer est aussi celle que donnent aux *Odomanti* les cartes de Sprüner et de Kiepert. Le colonel Leake, qui a exécuté de remarquables travaux sur la cartographie de la Grèce septentrionale, assigne aux *Odomanti* le district d'Orbelia, et il explique pourquoi Mégabyze, le général de Xerxès, tenait à soumettre les Siropéoniens. Cette tribu possédait la partie la plus fertile et la mieux exposée de la plaine du Strymon. Au contraire, les *Odomanti*, grâce au refuge que leur fournissait la montagne, et plus encore les Agrianiens, qui vivaient près des sources du Strymon, étaient hors de sa portée (2). Mais, comme nous l'avons dit, il est plus conforme aux

(1) *Hist. nat.*, IV, 11.

(2) Leake, *Travels in northern Greece*, t III, p. 210.

données de la géographie classique de rapprocher les *Odomanti* du lac Prasias et du mont Pangée.

Au témoignage d'Hérodote, les *Odomanti* exploitaient les mines d'or et d'argent qui se trouvaient en assez grand nombre dans toute la région située entre Philippes et les monts Dysorus (1). Ces mines sont encore en activité aujourd'hui. On en extrayait surtout de l'argent. Voilà pourquoi les tétradrachmes d'argent se rencontrent si nombreuses déjà parmi les plus anciens types monnayés de la Macédoine, par exemple dans les pièces frappées au coin d'Alexandre I<sup>er</sup>. On peut croire que le mont Dysorus abritait les tribus thraces auxquelles Hécatée de Milet donne le nom de *Disoræ*.

Maintenant nous franchissons le Strymon pour visiter quatre tribus thraces, égarées hors des frontières naturelles, les *Sinti*, les *Bisaltæ*, les *Brygi* et les *Sithonii* de la Chalcidique.

Pour les premiers, nous en sommes réduit au seul témoignage de Thucydide. Il est probable qu'au temps d'Hérodote les *Sinti* ne s'étaient pas encore détachés du reste des Thraces en tribu distincte; autrement, il eût été amené à en parler, puisque l'expédition de Xerxès dut traverser les régions qui échurent plus tard en partage aux *Sinti*. Thucydide délimite avec grande précision le territoire des *Sinti* (2). Voici comment Sitalcès, roi des Odryses, s'avance contre la Macédoine. Comme nous le verrons plus tard, la nation des Odryses occupait la Thrace proprement dite, le cœur même de la péninsule des Balkans. Après avoir franchi les frontières de son pays, qui s'étendait à l'ouest jusqu'au Rhodope, le conquérant passe le Strymon et puis traverse le désert de Cercine, que l'historien assigne comme limite commune aux *Mædi* et aux *Sinti*.

(1) Hérodote V, 17; VI, 23, 46; VII, 112. — Le mont Dysorus s'étendait entre les lacs Prasias et Bolbe.

(2) *De bello Pelop.*, liv. II, c. 95-99.

Et comme si cette donnée ne suffisait pas, Thucydide ajoute que l'armée de Sitalcès avait alors à sa droite les Péoniens et laissait sur la gauche les *Mædi* et les *Sinti*.

D'après Strabon, les *Sinti* ne seraient pas différents du peuple des *Saii*, *Sapi* et *Sapæi* dont il a déjà été question (1). Il y a peut-être du vrai dans cette manière de voir, en ce sens que les *Sinti* seraient un rameau détaché des Sapéens.

Les *Sinti* avaient des colonies nombreuses dans l'île de Lemnos. C'est un point qui a été parfaitement établi par les savantes recherches de M. Giseke (2).

Les *Bisaltæ*, qui occupaient le nord-est de la presqu'île de Chalcidique, formaient l'une des plus puissantes et des plus braves tribus thraces. Tite-Live les caractérise par un mot, *fortissimi viri* (3), ce mot qui pour des Romains avait une si haute signification. Aussi, quand la Bisaltie fut plus tard incorporée au royaume de Macédoine, elle garda de longs siècles encore et son nom et sa nationalité (4). Si les Bisaltes se distinguaient par leurs vertus guerrières, leur valeur demeurait empreinte d'un reste de barbarie farouche. Ils ne démentaient pas le sang de leurs ancêtres. Le trait suivant rapporté par Hérodote en est une preuve (5). Un chef thrace, roi des Bisaltes et de Crestonia (6), ne voulut pas, comme tant d'autres, se faire l'esclave volontaire de Xerxès. Pour échapper à cette humiliation, il s'était enfui sur les hauts sommets du Rhodope et avait en même temps défendu à ses fils de prendre part à l'expédition contre la Grèce. Mais ces jeunes gens, soit par manque de déférence pour les ordres de leur père, soit par curiosité de voir la guerre, rejoignirent l'armée du monarque

(1) Lib., XI, XII.

(2) *Die thrakisch-pelasgische Stämme der Balkanhalbinsel*, pp. 24, 85, 86.

(3) XLV, 30.

(4) Thucydide, *De bello Pelop.*, II, 99.

(5) Hérodote, VIII, 116.

(6) District à l'ouest des Bisaltes. Nous en parlerons plus loin.

persan. Après le départ de Xerxès, le père et les enfants se retrouvèrent sains et saufs. Alors le père dénaturé fit saisir ses six enfants et, en punition de leur désobéissance, les condamna à perdre la vue. Puis, lui-même, il leur arracha les yeux !

Un fragment de Charon de Lampsaque attribue aussi à un chef des Bisaltes du nom d'Onaris l'anecdote connue des Cardiens vaincus pour s'être servis de chevaux trop habitués à danser au son de la flûte. Le rusé Onaris, connaissant cette propension de la cavalerie ennemie, avait mis un grand nombre de joueurs de flûte dans son armée.

Les historiens s'accordent généralement sur la position des Bisaltes : ils leur donnent pour limites extrêmes le lac Prasias au nord-est et le lac Bolbe au sud (1). Au témoignage de Tite-Live, la région était fertile en toutes sortes de productions naturelles et surtout en métaux.

C'est ici, croyons-nous, le lieu de parler des *Brygi*, quoique des émigrations postérieures aient transporté cette tribu à deux degrés plus à l'ouest, sur les frontières de la Macédoine et de l'Illyrie. Mais à l'époque des expéditions des rois de Perse en Grèce, les *Brygi* se trouvaient encore dans la Mygdonie, au nord de la Chalcidique. Du moins, cette orientation ressort des données d'Hérodote.

D'abord, le père de l'histoire affirme très explicitement que les *Brygi* étaient thraces (2). Voici les renseignements qui nous permettent de préciser leur position géographique. Quand ils attaquèrent le camp de Mardonius, celui-ci était établi non loin du mont Athos, dans les environs d'Acanthus. Il est donc vraisemblable que les *Brygi* occupaient cette région ou, du moins, qu'ils n'en étaient pas éloignés. A un autre endroit (3), Hérodote nomme les *Brygi* conjoin-

(1) Tite-Live XLV, 29, 30 ; Hérodote, VII, 115 ; Pline, IV, 18, 11.

(2) Liv. VI, 45.

(3) Liv. VII, 185.

tement avec les Thraces, les Péoniens, les Éordiens, les Bottiéens, les tribus chalcidiques et les Piériens. Leur territoire correspondait donc au district qui s'est appelé plus tard Mygdonie. On peut conclure, avec MM. Rawlinson (1) et Stein (2), que les *Brygi* étaient établis au nord de la Chalcidique, un peu vers l'ouest, non loin des Piériens, près de l'embouchure de l'Axius.

Bien différentes sont les vues de Strabon (3) au sujet des *Brygi*, et il est suivi par Scymnus de Chio (4) et Étienne de Byzance (5). Chez ces géographes, les *Brygi* ont émigré vers l'ouest et nous les trouvons alors en Illyrie, à l'endroit où les frontières de la Macédoine, de l'Épire et de l'Illyrie viennent se confondre. Il est possible que dans le mouvement incessant qui a agité les populations de la Thrace, les *Brygi* ont été refoulés. Leur marche se trace assez naturellement dans la vallée de l'Axius, qu'ils ont remontée jusqu'au confluent de l'Érigon, aux sources duquel ils ont arrêté leur course errante.

Il se pose au sujet des *Brygi* une question très grave pour l'origine des Thraces. On s'est demandé, non sans raison, si ces *Brygi* n'étaient pas apparentés aux Phrygiens de l'Asie Mineure. Philologiquement parlant, cette identification est très plausible; les Macédoniens ne savaient pas émettre le son représenté par la lettre φ, qu'ils changeaient en β pour dire Βίλιππος, Βερενίχη, βάλακρος, au lieu de Φίλιππος, Φερενίχη, φάλακρος (6). Comparez encore le mot βίσταξ d'une glose d'Hésychius avec le terme de *vitaxa* cité par Ammien Marcellin (7).

Mais, si la philologie ne proteste pas contre la parenté

(1) *Herodotus*, t. III, p. 435.

(2) *Herodotos erklärt*, t. IV, p. 178.

(3) Liv. VII, p. 473. Édit. d'Oxford, 1807.

(4) Dans Hudson, *Geog. min.*, p. 434.

(5) Sub verbo Βρυζί.

(6) Voir Étienne de Byzance, sub verbo Βρίγες.

(7) XXIII, 6, 14. Hésychius traduit βίσταξ par « roi » et Ammien dit : *vitaxa, id est magistri equitum.*

des *Brygi* et des Phrygiens, en est-il de même de l'histoire et de l'ethnographie ? De ce côté la réponse est moins catégorique.

Les anciens, Hérodote<sup>(1)</sup>, Strabon<sup>(2)</sup>, Xanthus de Lydie<sup>(3)</sup>, croyaient si bien à la parenté originelle de ces deux peuples qu'ils allaient jusqu'à admettre l'origine européenne des Phrygiens. « S'il faut en croire les légendes macédoniennes, dit Hérodote, les Phrygiens, à l'époque de leur séjour en Europe et de leurs relations avec les Macédoniens, portaient le nom de *Bryges* (Βρύγες, Βρύγες); après leur migration en Asie, ils changèrent de nom en même temps que de patrie. » Pour Xanthus, toute la nation phrygienne tire son origine des *Bryges*. Strabon identifie les Βρύγες, les Βρύγες, les Φρύγες et les Βρύγοι, qu'il appelle des Thraces, et il en conclut que les Phrygiens sont des Thraces d'Europe.

Ces conclusions des anciens géographes sont acceptées par bon nombre d'ethnographes modernes, MM. Lassen<sup>(4)</sup>, Alfred Maury<sup>(5)</sup>, d'Arbois de Jubainville<sup>(6)</sup>, Lenormant<sup>(7)</sup>. « Que la race thrace, dit M. Lenormant, eût fourni la population de la majeure partie du nord-ouest de l'Asie Mineure et que les peuples phrygiens en fussent un rameau, c'est un des faits d'ethnographie antique les mieux établis, et par les témoignages des anciens et par les recherches de la science moderne<sup>(8)</sup>. »

D'autres savants s'opposent formellement à cette théorie. M. G. Rawlinson, tout en admettant comme fort plausible la parenté des *Bryges* de Macédoine avec les Phrygiens du continent asiatique, se refuse à voir dans les *Bryges* les

(1) Liv. VII, 73.

(2) Liv. VII, p. 473.

(3) Müller, *Fragm. hist. Græc.*, fr. 5.

(4) *Zeitschrift der D. M. G.*, t. X, pp. 337 et suiv.

(5) *Histoire des religions de la Grèce*, t. I, pp. 32 et suiv.

(6) *Les premiers habitants de l'Europe*, pp. 168 et suiv.

(7) *Lettres assyriologiques*, t. I, p. 133. *Les Origines de l'histoire*, t. II, pp. 364-379.

(8) *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 366.

pères de la race phrygienne (1). Il est plus vraisemblable de les regarder comme des colons phrygiens qui auraient passé l'Hellespont. M. Rawlinson donne comme argument la direction de l'est à l'ouest suivie par toutes les migrations aryennes. Toutefois, pour expliquer ce que les auteurs anciens affirment de l'établissement de tribus thraces sur les côtes asiatiques de l'Hellespont, M. Rawlinson admet que plus tard les *Bryges*, poussés par les Illyriens et les Macédoniens, ont repris le chemin de leur première patrie.

M. Stein (2) accorde aussi que des rameaux de la race phrygienne se sont établis dans la partie orientale du sud de la presqu'île bémique : c'est une tradition confirmée par des faits incontestables. Mais la conclusion qu'on en tire, savoir l'indigénéité des Phrygiens en Europe et leur migration en Asie, n'est pas légitime. Il est beaucoup plus probable que les *Bryges* habitaient originairement les bords de l'Halys avec les Mysiens et les Teucriens, que de là ils passèrent sur les côtes de l'Europe pour en revenir, pressés qu'ils étaient par les tribus septentrionales des Macédoniens et des Thraces.

Nous ne pouvons en ce moment insister davantage sur ce point qui devra être repris à fond quand nous discuterons la question des origines. De sa solution dépend en grande partie celle du problème qui se pose au sujet du caractère ethnographique des Thraces. Ce que nous venons de dire suffit en ce qui concerne la tribu des *Bryges*, dont nous avons à nous occuper ici. Avant de reprendre notre étude des différentes stratégies de la Thrace, il nous faut traiter brièvement de l'étymologie du mot *Bryges*.

Il y a deux opinions principales en présence : la première attribue au terme *Bryges* une dérivation érienne, la seconde le rattache à des racines germaniques.

(1) *Herodotus*, t. IV, p. 67.

(2) *Herodotos erklärt*, t. IV, p. 79.

MM. Langlois (1), Lenormant (2), Baissac (3) trouvent dans la forme *Phryges* ou *Bryges* une analogie remarquable avec l'appellation des *Brighus* des traditions indiennes (4). S'il en est ainsi, les *Bryges* seraient « les illustres, les brillants, » car *Brighu* dérive de la racine *bhráj* (φλέγω, *fulg-co*) qui veut dire « briller ». L'opinion contraire est insinuée par Diefenbach (5) et rapportée par M. Stein (6); naguère encore elle a été défendue dans l'*Academy* de Londres (7) par M. Karl Blind. Le fondement de cette étymologie est une glose du lexicologue Hésychius (8), dans laquelle le roi Jobas affirme que, pour les Lydiens, Βριξ signifie « homme libre ». Le Dr Guest va plus loin; il n'hésite pas à rapprocher le terme du nom des Franks, qui revêt des formes variées, par exemple, en anglo-saxon *Francan*, en islandais *Frakkar* (9). D'où M. Blind conclut que le nom des Phrygiens ou Brygiens, qui, au témoignage d'Hésychius, signifiait « homme libre », était identique à celui des Franks; ce dernier se rapprochant du teutonique *frakk*, *frank*, *frake*, libre, indépendant.

Il ne reste sur les côtes de la Thrace qu'un seul peuple dont nous n'ayons pas encore parlé, c'est celui des *Sithonii*. Ce peuple n'est pas explicitement cité par Hérodote comme étant une tribu thrace; mais son commentateur autorisé, M. G. Rawlinson (10), range sans hésitation les *Sithonii* parmi les nations thraces. Du reste la tradition est

(1) *Mém. de l'Académie des inscript.*, nouv. sér., t. XIX, p. 339.

(2) *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 367.

(3) *De l'origine des dénominations ethniques dans la race aryane*, pp. 28, 84-90.

(4) Les *Bhrighus*, comme les *Angiras*, sont une race mythique de prêtres.

(5) *Die alten Völker Europa's*, p. 62.

(6) *Herodotos erklärt*, t. IV, p. 79.

(7) Numéros du 12 janvier et du 16 février 1884, pp. 34 et 121.

(8) Sub verbo Βριξ.

(9) *The Academy*, p. 35. 1er vol. de 1884.

(10) *Herodotus*, t. IV, p. 99.

assez unanime sur ce point. C'est ainsi que Virgile (1) et Horace (2) emploient souvent le mot Sithonien comme synonyme de Thrace. Pline (3) revendique pour la tribu des Sithoniens l'honneur d'avoir produit Orphée.

Les Sithoniens peuplaient l'une des trois langues de terre que la presqu'île de Chalcidique projette dans la mer de Thrace, celle du milieu. Mais, s'il faut en croire Pline (4) et Lucain (5), les Sithoniens auraient eu des colonies sur le Pont-Euxin. C'est une affirmation qu'aucun autre témoignage ne permet de vérifier (6).

Avec les Sithoniens se clôt la série des tribus de la Thrace maritime. Nous venons de parcourir tout le littoral. Il faut maintenant pénétrer à l'intérieur même du pays.

#### V. *La Thrace occidentale et centrale.*

Pour reprendre l'étude des tribus thraces au point même où nous venons de la laisser, nous nous occuperons de la Thrace occidentale, c'est-à-dire des régions à l'ouest du Rhodope et du Nestus. Là se rencontrent les habitants de *Crestonia* ; puis les *Dersæi* et leurs voisins, les *Satræ*, auxquels il faut joindre les Bessi ; ensuite les *Mædi*, et enfin les *Dentheletæ* et les *Treres*.

Quand nous rangeons parmi les Thraces les habitants de la province de Crestonie, nous ne sommes pas rigoureusement dans le vrai. Il vaudrait mieux, pour être plus exact, parler comme Hérodote des tribus qui occupent le territoire situé au delà de la Crestonie. Quels étaient ces peuples ? On ne saurait le dire. Hérodote ne leur donne pas de nom spécial et il est difficile de les identifier avec les autres nations dont parlent les écrivains classiques

(1) *Ecl.*, X, 66.

(2) *Od.*, I, 18, 9.

(3) *Hist. nat.*, IV, 11.

(4) *Hist. nat.*, IV, 11, 18.

(5) III, 280.

(6) Voir pourtant Roesler. *Das vorrömische Dacien*, p. 331.

En tout cas, le peuple en question devait être limitrophe des *Sinti* et des *Mædi* ; peut-être même n'était-il pas différent de ces deux tribus, mais il ne paraît pas possible de fournir la preuve de cette assertion.

Précisons avant tout la position du district de *Crestonia* ou, comme d'autres auteurs écrivent, *Grestonia*, *Grestonæa* (1). Presque toujours les historiens citent la Crestonie conjointement avec la Bisaltie et la Mygdonie. Et de fait ces trois provinces se touchent. Dans le district de *Crestonia* se trouvait la ville pélasgique de *Creston* (2). La position de cette cité est de nature à nous renseigner davantage sur l'orientation des tribus thraces dont il est question en ce moment. M. G. Rawlinson (3) place *Creston* dans la vallée supérieure de l'*Echeidorus*, un des affluents de l'*Axius*, entre cette rivière et la chaîne de montagnes de *Khortiatzi*. Dans son *Histoire romaine* (4), Niebuhr rejette l'existence de la ville de *Creston* ou, du moins, l'autorité d'Hérodote à ce sujet. Au lieu de *Κρηστῶνα* qu'on trouve généralement au livre I, 57, il veut lire *Κρητωνα* pour y voir *Crotone* ou *Cortone* en Étrurie. Denys d'Halicarnasse (5) est du même avis. Mais Étienne de Byzance (6) et la plupart des bons commentateurs (7) défendent l'exactitude du texte d'Hérodote à cet endroit, et elle est confirmée par ce que dit Thucydide de la proximité des Crestoniens et de la Mygdonie (8). Du reste, il y avait des Crestoniens en Mygdonie, nous l'avons démontré, et, comme objection irréfutable contre la théorie de Niebuhr, s'élève le passage

(1) Voir par exemple Thucydide, II, 99, 100.

(2) Hérodote, liv. I, 57.

(3) *Herodotus*, t. IV, p. 102.

(4) T. I, p. 34, note 89.

(5) *Antiq. rom.*, I, 26.

(6) Sub verbo *Κρηστῶν*.

(7) Par exemple Dahlmann, *Life of Herodote* ; chap. IV, p. 43, et Bähr, *Herodoti Musæ*, cités par Rawlinson (*Herodotus*, t. I, p. 181), qui partage le même sentiment.

(8) *De bello Pelop.*, IV, 109.

où Hérodote lui-même nous dit que les Crestoniens étaient voisins des Doriens (1).

Les Thraces, situés au nord des Crestoniens, avaient, nous apprend Hérodote, des usages tout particuliers. Outre la barbare coutume d'immoler les veuves sur le bûcher de leurs maris, coutume qui leur était commune avec les Gètes, ces tribus pratiquaient la polygamie. Les hommes avaient ordinairement trois ou quatre femmes ; Ménandre, au témoignage de Strabon, fait dire à un esclave thrace que dans son pays on a dix, onze, douze femmes, voire même davantage. Parfois on en compte jusqu'à trente ! Arrien attribue l'introduction de la polygamie chez les Thraces à leur roi Dolonchus, dont le nom rappelle celui de la tribu des *Dolonci* (2).

En remontant le Nestus, on rencontre au-dessus des *Sapæi*, dont nous avons parlé plus haut, la tribu des *Dersæi*. Cette stratégie devait avoir peu d'importance, car elle occupe rarement les auteurs classiques. Dans un passage déjà cité, Thucydide nomme les *Dersæi* avec les *Panæi*, les *Odomanti* et les *Droi* (3). Pourtant au témoignage du même historien toutes ces tribus étaient autonomes.

Il ne faut pas séparer des *Dersæi* les *Satræ*, leurs voisins immédiats. Avec cette tribu nous sommes en plein territoire thrace, et le caractère ethnographique apparaît de plus en plus pur de tout mélange avec d'autres races. « Aussi, dit Hérodote, les *Satræ* n'ont-ils jamais porté le joug ; du moins, on n'a pas souvenir qu'ils aient été soumis à d'autres nations ; ils constituent un peuple libre et invincible (4) ». Leur vaillance dans les combats est proverbiale. Toutefois

(1) Voir la dissertation de M. Stein sur ce passage dans *Herodotos erklärt*, t. 1, p. 65. Il y a là ce que nous venons de dire en résumé.

(2) Müller, *Fragm. hist. Gr.*, t. III, fragm. 37.

(3) II, 101.

(4) Hérodote, VII, 111.

le père de l'histoire exagère un peu quand il dit que *seuls* parmi les Thraces (1) les *Satræ* gardèrent toujours leur liberté intacte. Il nous apprend lui-même que Darius ne réussit pas à soumettre les Gètes (2).

A ces traits fortement marqués, l'on reconnaît une race d'élite. Les *Satræ* étaient en effet d'indomptables montagnards : les sommets couverts de neige, les sombres forêts de leur pays avaient vigoureusement trempé leur caractère.

Hérodote nous apprend encore que les *Satræ* possédaient un oracle de Bacchus situé sur de hautes montagnes, et l'expression *déterminée* dont il se sert « τοῦ Διονύσου το μαντηῖον » semble dire que cet oracle était célèbre. Du reste, l'antiquité en parle souvent. Nous avons à cet égard le témoignage d'Euripide (3), de Suétone (4) et de Pausanias (5). Appien rapporte que la colline même où se trouvaient les gisements aurifères de Philippes portait le nom de Διονύσου λόφος (6). S'il faut en croire les légendes de l'antiquité, lorsque Alexandre, pendant son expédition contre les Triballes, vint consulter l'oracle des *Satræ*, le vin des libations laissa échapper une flamme. D'après Suétone, le même fait se reproduisit sous les yeux du père d'Auguste. « Les *Bessi*, autre tribu thrace, sont, ajoute Hérodote, les prophètes du temple des *Satræ* : là comme à Delphes une prêtresse rend des oracles qui n'ont rien à envier à ceux d'Apollon (7). »

Ce passage a une haute importance au point de vue de la constitution sociale des anciens Thraces ; il nous servira plus tard de document principal dans la question de l'origine des races danubiennes. En effet, nous

(1) IV, 93.

(2) IV, 80, 92.

(3) *Hécube*, V, 1267.

(4) *August.*, 94.

(5) Pausanias, IX, 30.

(6) *Bel. civ.*, IV, 106.

(7) Hérod., VII, 111.

voyons nettement apparaître, dans le double caractère assigné par Hérodote aux *Bessi* et aux *Satræ*, le principe qui présidait à l'organisation des Thraces. Les *Bessi* semblent être consacrés comme prêtres dans le temple de Dionysos au service du culte et aux fonctions prophétiques ; et, chose frappante, ils gardaient encore ce caractère à l'époque d'Auguste (1). Au contraire, les *Satræ* sont les guerriers, les chefs du peuple, les rois du pays. Comment ne pas reconnaître dans cette division des pouvoirs, dans cette double hiérarchie, l'une sacerdotale, l'autre militaire, les traits de la société aryenne primitive, où le roi et le prêtre se partageaient la puissance ?

Les *Satræ* représentent donc essentiellement au sein du peuple thrace la caste des guerriers. Le mot même ne désigne-t-il pas la chose ? En effet les meilleurs linguistes ont rapproché le mot thrace Σάτρα de l'aryaque *Kshatra*, en ancien persan *Khshatra*, en bactrien *Khshathra*, en néo-persan *Shahar*, *Shahr*, *Shâr* ; en védique *Kshatra*. Tous ces termes veulent dire « puissance, domination, noblesse militaire. » Que le σ ou ζ grec remplace le *ksh* des langues orientales, c'est un fait constaté : on a

Σατραπίης = *Khshatrapâ*.

Μεγαβυζος = *Bagabukhsha*.

*Pharnazatres* = *Franakhshatra* (2).

Nous avons dit au premier chapitre que les Σατροκένται d'Hécatée de Milet devaient être identifiés avec les Σάτραι, et nous avons montré par de nombreux exemples que cette terminaison -κένται est un suffixe et, en parlant de la déesse *Cotys* des Édoniens, nous avons rapproché *-centus* du sanscrit *kanta*, en bactrien *kâta*, participe de la racine aryaque *kam*, *kan* (*can*), désirer, aimer. Mais

(1) Dion Cassius, LI, 25.

(2) Le même phénomène phonétique s'observe pour la seconde langue des inscriptions trilingues des Achéménides. On a *Sattarrita* pour *Kshatrita*.

voici un parallélisme plus frappant encore. Comme correspondant exact de *Σατροκέντης*, on a en éranien le nom propre *Khshatrô-cinanh*, qui désire le pouvoir (1). Le suffixe thrace *-κεντης*, *-centus* équivaut donc au grec *-φίλος*, *-χαρης*.

Les *Satræ* peuplaient les versants occidentaux du Rhodope et les rives du Nestus jusqu'à l'Hémus au nord.

Puisque Hérodote met en relations intimes les *Satræ* et les *Bessi*, nous aborderons sans plus tarder l'étude de ces dernières tribus, qui appartiennent plutôt à la Thrace centrale qu'aux régions occidentales.

Les *Bessi* habitaient à l'est des *Satræ* ; leur territoire s'étendait depuis les *Cicones* jusqu'à l'Hémus, et à l'est jusqu'au pays des Odryses. Nous venons de le voir, au témoignage d'Hérodote, les *Bessi* et les *Satræ* ne formaient primitivement qu'une même nation.

Leur nom est fameux dans l'histoire et personnifie souvent le peuple thrace tout entier. C'est ainsi qu'Horace a pu donner au Bacchus de Thrace le titre de *Bassareus* (2), et Ovide mettre les Besses avec les Gètes au premier rang des nations de la Thrace (3). Thucydide les cite avec les Odryses comme une des principales tribus (4), et, s'il faut en croire Pline, la nation des Besses se serait subdivisée en plusieurs autres, parmi lesquelles il mentionne les *Dio-bessi* (5). Strabon nous apprend que les *Bessi* étaient d'insignes pillards, qu'ils avaient même reçu le nom de voleurs, *λησται* (6). D'après Végèce (7), ils connaissaient l'usage de la mine, et c'était leur tactique ordinaire de creuser des

(1) Voir Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, pp. 66, 67.

(2) *Od.*, liv. 1, XVIII, 11. A moins qu'il ne faille dériver ce terme de *basara*, peau de renard, dont nous avons parlé plus haut. Voir Maury, *Histoire des religions de la Grèce antique*, t. III, p. 138.

(3) *Trist.*, III, 10, 5; IV, 1, 67.

(4) XXXIX, 53.

(5) *Hist. nat.*, IV, 11. Cfer Solinus, cap. XVI.

(6) Lib. VII.

(7) II, 11.

galeries souterraines qui les menaient sans danger jusqu'aux portes des villes ennemies.

Ce n'est pas seulement dans les annales de l'antiquité que ce nom de *Bessi* a eu du retentissement : on en signale des vestiges dans tous les siècles, et il est demeuré jusqu'à nos jours. Sur une inscription de Calaguris en Espagne, on lit le nom de LONGINVS DOLES, qui est qualifié de BESSVS. Un monument épigraphique de Naples signale un certain *Aur. Abitus BESSUS* et une inscription de Wiesbaden porte

DOLANVS. ESBENI. F. BESSVS. EQ. EX COH. IIII.  
*THRACVM* (1).

En 396, saint Jérôme annonce en ces termes la conversion au christianisme des farouches Besses (2), *BESSORUM fëritas, et pellitorum* (3) *turba populorum, qui mortuorum quondam inferiis homines immolabant, stridorem suum in dulce crucis fregerunt melos, et totius mundi una vox Christus est.* Saint Paulin de Nole a consacré dans des vers charmants le souvenir de ce grand événement, et son poème renferme au sujet des *Bessi* des détails que nous ne pouvons laisser de côté. Une première strophe rappelle, comme la lettre de saint Jérôme, le caractère farouche de cette nation.

Nam simul terris animisque duri  
Et sua BESSI nive duriores,  
Nunc oves facti duce te gregantur  
Pacis in aulam (4).

Vient ensuite, deux fois répétée, une comparaison entre la cupidité des anciens Thraces à exploiter leurs mines d'or

(1) Voir Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, pp. 22, 69.

(2) *Ep. LV ad Heliodorum*. Migne, *P. L.*, t. XXIII p. 392.

(3) Il y a ici une allusion au vêtement des Besses, qui, comme celui des Gètes et des Daces, consistait en peaux de bêtes.

(4) S. Paulini Nol. *Episc.*, *Poema XVII*, vv. 204-208. Migne, *P. L.*, t. LXI, p. 487.

et la sainte ardeur des néophytes à rechercher les trésors célestes.

Nunc magis dives pretio laboris  
 BESSUS exsultat : quod humi manuque  
 Ante quærebat, modo mente cælo  
 Colligit aurum.

. . . . .

Callidos auri legulos in aurum  
 Vertis et BESSOS imitatis ipse,  
 E quibus vivum fodiente verbo  
 Eruis aurum.

Il faut conclure de ces deux dernières strophes que les Besses, à l'exemple de plusieurs tribus que nous avons déjà signalées en passant, exploitaient activement les mines. Même ils devaient avoir certaine réputation en ce genre d'industrie pour que, dans le panégyrique de Théodose, Latinus Pacatus ait pu dire de ce prince qu'il attachait peu de prix à l'or recueilli par le Besse dans le flanc des montagnes ou le limon des fleuves : « *Parum ille pretiosum putabat aurum, quod de montium venis aut fluminum glareis quæsitior BESSUS... eruisset.* » C'est encore la même allusion qui reparaît dans ces vers de Claudien

*Quidquid luce procul venas rimata sequaces  
 Abdita pallentis fodit sollertia BESSI.*

Mais ces farouches *Bessi*, ces indomptables pillards devaient, après leur conversion au christianisme, faire la gloire et la consolation de l'Église par la ferveur de leur foi. L'on vit, dit encore saint Paulin, ces brigands se changer en moines, *versos monachis latrones* (1). En effet à Verceil, dans le nord de l'Italie, on conserve l'építaphe d'un prêtre nommé Marcellin, qui était Besse d'origine,

(1) *Op. cit.*, v. 219.

BESSORUM *in partibus ortus* (1). Bien plus, parmi les religieux établis en 500 par le moine Théodose sur les rives de la mer Morte, se rencontrent un grand nombre de Besses, et les Bollandistes nous apprennent que ces descendants des anciens Thraces chantaient les louanges de Dieu dans leur propre langue (2). Il paraît même que le nombre des religieux besses s'accrut bientôt au point que, sous l'empereur Maurice, on avait dû bâtir un monastère pour eux seuls. Du moins, c'est ce que l'on peut conclure des passages suivants de Jean Moschus (3) : « *Venit quidam peregrinorum susceptor eleemosynas erogans et veniens in Subiba Bessorum dedit benedictionem etc... Abbas misit fratrem ad abbatem Subevorum Syrorum ; profectus itaque frater dixit ei : Veni usque ad monasterium Bessorum.* »

Voici encore, précieusement recueillies par M. Tomaschek, quelques mentions fugitives faites des Besses par les historiens (4) :

L'empereur Léon le Thrace est surnommé le Besse, ὁ Βῆσσος, et Jornandès, l'historien des Goths, écrit de lui : « *Leo, BESSICA ortus progenie.* » En 492, Anastase envoie contre les rebelles une armée composée de Scythes, de Goths et de Besses, Βεσσακῆς χειρός, et le même empereur, l'an 502, oppose aux Perses un corps de troupes où il y a des Besses et d'autres Thraces, Βεσσῶν καὶ ἐτέρων Θρακῶν ἔστων. Ce témoignage a de la valeur ; il prouve qu'à cette époque les Besses étaient encore distincts du reste de la nation thrace. C'est en 539 que le nom de *Besse* disparaît de l'histoire. Procope le cite pour la dernière fois en men-

(1) Gruterus, *C. I. L.*, p. 1169, n. 6732, 6733.

(2) *Acta Sanctorum*, Januarii, t. 1, p. 692. — Voici le texte complet : *Hic etiam vir sapiens* (le moine Théodose)... *quatuor ædes intra id (monasterium) ædificat. Ex quibus unam quidem dimisit iis qui lingua græca utebantur ; in altera autem genus Bessorum sua voce communis Domino fundebat preces.*

(3) *Vitæ Patrum*, ed. Rosweydius, lib. X, cap. 157.

(4) *Ueber Erumolia und Rosalia*, pp. 333-405.

tionnant la nationalité de Βουρκέντιος, dont nous avons déjà parlé et qu'il qualifie de Βεσσόν γένος (1).

Une mention moins honorable est celle faite par Jean le Lydien : en effet, il range les Besses parmi les *tirones* de l'armée romaine, qu'il définit des valets que leur lâcheté ou leur inexpérience rend indignes de combattre (2). Et ces *tirones* besses devinrent à jamais légendaires dans l'histoire par le fameux cri de *torna, torna, fratre* (3) ! qui les mit en fuite en 579. Voici à quelle occasion. Les Avars avaient fait invasion en Thrace. Déjà ils s'étaient avancés sous les murs de Constantinople, pendant que les généraux byzantins, Martin et Comentiolus, occupaient les passes de l'Hémus. Enfin ceux-ci crurent le moment favorable pour tomber sur les Avars. Mais un singulier malentendu vint mettre la panique dans leur armée. Une des bêtes de somme avait laissé tomber sa charge : celle-ci traînait à terre sans que le conducteur de l'animal s'en aperçût. Alors quelqu'un des valets qui suivaient lui cria dans la langue du pays *torna, torna, fratre*, retournez-vous, frère. L'avertissement ne parvint pas à celui qu'il concernait, mais les soldats l'ayant entendu s'imaginèrent que l'ennemi approchait, et ils prirent la fuite.

M. G. Rawlinson, pour expliquer le nom des *Bessi*, n'a eu d'autre ressource qu'un rapprochement avec les termes Βασσαρίς, Βασσάρια, Βασσαρέω (4). Il pouvait y ajouter le nom de *Bassaces*, chef des Bithyniens ou Thraces d'Asie (5), celui de la province de *Bessarabie*, celui de *Bessapara*,

(1) Procope, *De bello Goth.*, II, 26. Cfr. Fligier, *Zur prähistorischen Ethnologie der Ba kanhalbinsel*, p. 45.

(2) *De Magistr.*, I, 47, cité par Tomaschek, *Z. Kund. der Häm.-Halbins.* p. 57. Voir aussi du même auteur, *Ueber Brumalia und Rosalia*, p. 400.

(3) Un des plus anciens spécimens de la langue roumaine. *Torna, torna, fratre*, retourne-toi, retourne-toi, frère. Ces mots sont rapportés par la *Chronique* de Théophane. (Éd. de Bonn., t. I, p. 397). Une autre chronique a la variante *retorna*. M. Büdinger, *Oesterr. Geschichte*, t. I, p. 67, a essayé d'expliquer ces termes si nettement roumains par le bulgare !

(4) *Herodotus*, t. IV, p. 93.

(5) Hérodote, VII, 75.

capitale des Besses (1), les noms de lieux Βεσιάννα, Βεσσαίοννα, cités par Procope, celui des *Beskydes* et de leur ville *Besko* dans le district de Sanok (chaîne septentrionale des Carpathes), de *Bessarica*, dans la région du Pinde (2), et enfin celui du fameux cardinal *Bessarion*, qui s'est trouvé ainsi l'un des derniers héritiers d'une illustre dénomination ethnique.

N'y a-t-il pas moyen de remonter à l'étymologie des *Bessi*? M. Tomaschek a tenté l'entreprise. Si l'on observe, dit-il, que Βησσοί s'écrit également Βήσσοι, voire même Βεσσοί ou Βέσσοι, et aussi Βέσσοι que nous avons retrouvé fréquemment dans les inscriptions sous la forme de BESVS, on peut croire que le mot primitif avait la lettre η̄. Car une évolution analogue se présente pour d'autres dialectes éraniens. Ainsi en néo-persan la voyelle é, généralement prononcée *i*, provient de l'ancien persan *ai* et du bactrien *ae*. Dans l'ossète, ce remarquable représentant de la langue éranienne au Caucase, on trouve l'ancien persan *ai* remplacé chez les peuplades du sud par *i*; les Digoriens disent *ie*, et un troisième dialecte a *iy*. Ainsi le sanscrit *mégha*, nuage, donne en ossète *migh*, *miegħa*, *miygh*. La syllabe *ie* pour η̄ du dialecte digorique se reproduit pour le nom des Βήσσοι, tribu dace du nord des Carpathes. On le voit, les changements vocaliques qui ont affecté le mot Βήσσοι n'ont rien d'anormal, et trouvent une explication rationnelle dans le génie des idiomes éraniens.

Autant faut-il en dire de l'échange de *b* et de *v*, qui doit nous mettre sur la piste de l'étymologie de Βήσσοι. Bon

(1) Nous avons déjà plusieurs fois rencontré ce suffixe *-para*, qui semble caractéristique de la langue thrace, au même titre que *-dava* pour les Daces. Il faut bien en donner l'explication. Si beaucoup de philologues eroient y retrouver le sanscrit *pāra* et le gree πόλις, M. Tomasehek préfère y voir l'aryaque *pāra*, côte, rive, et il pense que le sens de, canton, campagne, territoire, s'est développé en Thrace. Ce qui le prouve, c'est la comparaison des deux mots slaves *polyé* et *polû*, dont le premier signifie *campus*, πεδίον; l'autre, côte, rive. Voir le MUSÉON, t. II, p. 407.

(2) Fliquier, *Zur prähist. Ethnolog. der Balkanhalbinsel*, pp. 45, 62.

nombre de langues éraniennes manifestent cette tendance. L'ossète a souvent le *b* pour le *v* : exemples, *bare*, *bar*, volonté, rapproché du sanscrit *vāra* ; *bāl*, troupe, correspond au sanscrit *vāra*, *vṛā*. Et pour rester dans le groupe des langues danubiennes, le roumain n'a-t-il pas :

<i>betran</i>	}	=	<i>vetranus, veteranus,</i>
<i>betrîn</i>			
<i>boace</i>	=	<i>voce,</i>	
<i>bæate</i>	=	<i>vila,</i>	
<i>brecabena</i>	=	<i>verbena,</i>	
<i>besike</i>	=	<i>vesica.</i>	

Qu'on se rappelle aussi le Macédonien incapable de prononcer le  $\varphi$  et, comme nous l'avons dit, le remplaçant par  $\beta$ .

Enfin ce redoublement de  $\sigma$  dans  $B\eta\sigma\sigma\sigma$  a aussi sa raison d'être dans l'assimilation possible du groupe primitif  $\sigma y$ .

Si nous réunissons maintenant tous ces faits, c'est-à-dire,  $\beta = v$ ,  $\eta = ai$ ,  $\sigma\sigma = \sigma y$ , nous arrivons pour  $B\eta\sigma\sigma\sigma$  à la forme primitive *vaiçya*, réellement existant en aryaque et dérivé de la racine *viç*. Cette racine a fourni de nombreux dérivés :

védique,	<i>viç</i> = maison, famille,
sanscrit,	<i>vêça</i> = maison,
»	<i>vêçya</i> = laboureur, 3 <sup>e</sup> caste hindoue,
bactrien,	<i>vîç</i> = village, clan,
pehlevi,	<i>vîs</i> = »
ancien persan,	<i>vîth</i> = clan,
bactrien,	<i>vaêca</i> = maison,
»	<i>vaêço</i> ( <i>ειζέττις</i> ) = serviteur,
bactrien,	<i>vîçya</i>
ancien persan,	<i>vilhiya</i> } = habitant du clan.

Il est peut-être malaisé d'accorder le sens primitif du mot *Bessus* avec ce que nous disions plus haut du caractère sacerdotal dévolu par Hérodote aux *Bessi* dans l'or-

ganisation sociale des peuples thraces. M. Tomaschek, auquel nous avons emprunté tous les éléments de la dissertation précédente (1), n'est pas éloigné d'admettre que, *viç, vîç* ayant parfois la signification de « temple », le dérivé *vécya* a pu signifier « serviteur du temple ». Mais d'autre part, cette conception lui paraît trop restreinte pour avoir été l'origine de la dénomination d'un peuple aussi prépondérant dans l'histoire de la Thrace que les *Bessi*. Le savant professeur de Gratz s'arrête donc à l'opinion que les *Bessi* (*vécya*) sont « les hommes du clan, les gens de la nation », ou bien par opposition aux *Satræ* (*Kshatra*), qui représentaient l'aristocratie militaire, « les hommes du peuple, de la bourgeoisie. »

Avec les Besses que nous n'avons pas voulu séparer des *Satræ*, nous avons déjà pénétré vers le centre de la Thrace. Avant de nous y engager davantage pour parler des tribus des *Odrysx* et des *Trausi*, il vaudra mieux achever la description de la Thrace occidentale.

Les peuples thraces ont profondément entamé le territoire des Péoniens et de deux côtés à la fois. Par le nord, les tribus de la Dacie méditerranéenne, franchissant les monts Scordi, paraissent avoir fondé les villes de Scupi (2), Astibo, Bylazora (3), Tranupara (4), dont les noms ont bien une physionomie thrace. A l'ouest du Rhodope, sur les rives du Strymon, c'étaient encore des peuples thraces qui avaient formé les puissantes stratégies des *Mædi*, des

(1) *Zur Kunde der Hämus-Halbins.*, pp. 67-70.

(2) M. Tomaschek a relevé les nombreux dérivés thraces de la racine indo-européenne *shup, shop* dans les noms propres *Scupis*, *Σκούπιον*, *Σκουπέντζανσ*, *Σκόπας*, *Σκοπάνης*. *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 12.

(3) L'élément *zora* se retrouve dans le nom de *Zyraxes*, prince gète. On peut comparer *zora, zura* au bactrien *zura, zavare*, puissance. Précisément, les Romains traduisirent *Bylazora* par *præsidium*, place forte.

(4) Nous avons déjà signalé le suffixe *para* comme caractéristique d'un grand nombre de dénominations géographiques de la Thrace.

*Agriani*, des *Dentheletæ* et des *Treres*. Enfin les *Triballes*, que plusieurs écrivains rattachent au rameau thrace, occupaient tout le territoire arrosé par le Margus, aujourd'hui Morava. C'est le royaume moderne de Serbie.

Les *Mædi*, voisins des *Satræ*, auxquels ils se superposaient, étaient de race pure : leur parenté avec les Thraces et, en particulier, avec les Daces s'accuse par le nom de ville *Desudaba*, cité par Tite-Live. On se rappelle ce que nous avons dit au premier chapitre de cette terminaison -δαβα, -δαύα, caractéristique des Daces. Pline étend le territoire des *Mædi* jusqu'à celui des *Bisaltæ* : cette délimitation nous paraît peu exacte, car trois autres tribus, celle des *Satræ*, des *Odomanti* et des *Sinti* séparaient les *Mædi* des *Bisaltæ*. Comme leurs voisins, les *Bessi* et les *Odomanti*, les *Mædi* étaient d'infatigables mineurs et, plus encore, d'ingénieux monnayeurs. On a retrouvé dans des ruines de nombreux vestiges de l'industrie du fer. Dans la localité médique appelée Βίτσι, qui doit se trouver dans le bassin du Strymon, on recueillait beaucoup de plomb ainsi qu'un autre minéral du nom de σπίνος ou μαριζεύς d'après Hétychius. Au dire d'Aristote et de Théophraste, ce minéral avait la propriété remarquable de prendre feu quand on l'arrosait d'eau. Les deux mots thraces σπίνος et μαριζεύς trouvent encore une fois une explication aisée dans les langues aryennes : σπίνος se rapproche de l'éranien *çpaéna* et du pehlevi *spînah* qui signifient tous deux « blanc » (1) ; on peut aussi, mais moins sûrement, songer à l'ossète *afsân*, fer. Quant à μαριζεύς, qui se rencontre encore sous la forme μαριθάν, c'est le correspondant exact du sanscrit *marici*, brillant. La racine *mar* a fourni de nombreux dérivés au thrace : on a *Maris*, *Marisiâ*, *Marisca*, nom dace du fleuve *Maros* ;

(1) Comparez encore l'afghan *ôspanah*, *ôspînah* et *spin* dans les dialectes du Pamir. D'autres auteurs, Justi, Geiger, Geldner, rapprochent tous ces termes non pas de *çpaéna*, mais du mot zend *haosofna*, fer. M. Hübschmann les ramène à un primitif *âsp-na*.

puis Μηρισός, Μόριζος, montagne à l'est de l'embouchure de l'Hèbre, qui lui-même est parfois appelé *Maritzos* (1) et enfin le nom des *Moriseni*, tribu thrace riveraine de l'Hèbre, mentionnée par Pline.

Au nord des *Mædi* se trouvait la stratégie que Ptolémée nomme Δαυθρηλιτικὴ. Plusieurs historiens connaissent les Δαυθρηλιῆται, et Pline parle des *Denseletæ*, que nous avons aussi identifiés avec les Δεσιλοί d'Hécatée de Milet au moyen de la forme épigraphique intermédiaire *Dansala*. Hérodote confond ces tribus sous la dénomination générale de οἱ ἄνω Θρηίκες, les Thraces du pays septentrional (2). C'est à cette tribu que les Siropéoniens imputaient le vol des chevaux sacrés du char de Xerxès. Nous avons rapporté cette anecdote.

Les Denthélètes occupent une place importante dans l'ethnographie des Thraces. On peut croire qu'ils formaient, comme les *Satræ*, une des subdivisions du grand peuple des Besses. M. Tomaschek risque l'identification de leur nom *Dansala* avec le sanscrit *dançara*, mordant, impitoyable, cruel (3). La terminaison *-ta* pourrait, d'après M. Tomaschek, être en dace et en thrace le signe du pluriel, comme *tha* en ossète. On a *Dansala* et *Denseletæ*, *Kôti* et *Kotiata*. Comparez encore les noms thraces des *Sellatæ*, des *Dassaretæ* (en Illyrie), des *Bisaltæ*. Le nom du roi des Denthélètes Σιτᾶς, l'allié des Romains, trouve son explication toute naturelle dans les langues aryennes (4) : il peut être rapproché de l'aryaque *çita*, dont nous avons par exemple le latin *citius*. Cette appellation serait donc opposée à celle de *Cunctator*, le temporisateur, et *Sita* serait

(1) L'Hèbre roulait de l'or : on s'explique donc cette qualification de *Maritzos*, le brillant.

(2) Lib. VIII, 115.

(3) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 16.

(4) Ce nom de Σιτᾶς est connu par Dion Cassius, LI, 23, 25. On l'a retrouvé aussi sous les formes de *Sita*, Σιτᾶς, dans les inscriptions de Bretagne (VII, n° 67), et dans celles de Macédoine recueillies par M. Heuzey, n° 136.

l'actif, le vaillant. Nous rattachons à la même racine le surnom *Cimenus* d'un certain Q. Cupencius dont il est question dans une inscription latine (1). *Cimenus* et *Qita, citus*, dérivent d'une racine identique *ci* (*cio, cieo*) au moyen de deux suffixes différents de participes, *-menus* et *-tus*.

Le pays où le Strymon prenait sa source formait une des régions les plus fertiles de l'ancienne Thrace. On y cultivait surtout le chanvre : aujourd'hui encore cette culture est demeurée florissante. Déjà de son temps, Hérodote vantait l'adresse des fileuses de Thrace, assez habiles pour donner aux tissus de chanvre une finesse qui ne les distinguait en rien des étoffes de lin.

Cependant les Denthélètes n'apparaissent que tard dans l'histoire, ou du moins ils n'ont pas conquis du premier jour l'importance qu'accusait leur capitale, Pautalia, sous le règne de Trajan. Nous le savons parce que, dans la campagne de l'Hémus, Philippe de Macédoine passant par le territoire des Denthélètes, ne trouva à s'emparer d'aucune grande ville. Pautalia commença à se développer quand la Grèce y eut envoyé ses colons. Néanmoins cette ville a toujours gardé son caractère de nationalité thrace et, malgré la double empreinte de l'hellénisme et des Romains qui a déteint sur elle, ses légendes, ses antiquités accusent fortement l'origine bessodenthélète.

A cet égard, les monnaies pautaliotes constituent un document très intéressant pour l'ethnographie de la Thrace : toutes révèlent sur le culte une influence phrygio-thrace dont il faut tenir grand compte pour les origines de la civilisation dans la péninsule des Balkans. La numismatique de Pautalia atteste une religion fortement naturiste, et Eckhel remarquait que nulle part les emblèmes monétaires ne se présentaient tirés en si grand nombre du culte des divinités champêtres : « *non alius est in regno monetario nummus, in quo urbs quæpiam agri sui*

(1) Fabretti, p. 635, n. 300.

*proventus tam canore deprædicet* (1). » Ainsi la grappe de raisin est un motif fréquemment reproduit ; souvent on trouve Bacchus avec le thyrsé ou assis sur un tigre. Déméter est représentée avec l'épi ou d'autres produits, parfois elle est simplement désignée sous l'emblème d'une corbeille remplie de fruits. Puis vient Cybèle assise sur un lion, avec le tambour dans la main droite, le sceptre ou la lance dans la gauche. Un sujet qui revient de temps en temps, c'est l'œuf cosmique des mystères d'Orphée. Enfin Bendis, la Diane de Thrace, apparaît en costume de chasserresse, l'arc à la main et accompagnée de sa meute ; Cotu, la Vénus des Édoniens, n'est pas oubliée non plus : du moins, la rose qui est son symbole orne souvent les monnaies.

C'est donc à Pautalia que paraissent s'être perpétuées les traditions du vieux culte des Thraces, quand la Macédoine eut envahi les domaines des *Satræ* et fait taire leurs oracles. Le nom même de *Pautalia* garantit pour M. Tomaschek le caractère essentiellement thrace de cette cité ; car il appartient sans conteste au vocabulaire géographique bessodenthélète, et nous pensons qu'il revit dans le nom de la tribu dace des *Παυταλατῆρσιαι*. De plus ce terme, se rapprochant par son étymologie des idiomes aryens, a sa valeur pour la détermination des origines du peuple thrace. *Pautalia*, dérivé de \**Pautala*, doit être considéré comme un diminutif de *pauta*. En effet, le suffixe *la* est caractéristique en Thrace : on a *Asdula*, *Ardila*, *Artila*, *Cerzula*, *Cothela* (comparez *Cotu*) devenu *Gudila* en gothique, *Didila*, *Dizala*, (on a trouvé le simple *Diza* sur une inscription de Thessalonique, *Manta Dizæ fil.* ; il y a aussi *Disza*, *Dizo*, *Diso* et les composés *Disacentus*, *Δίζαστος*, *Dizatralis*), *Eptala* (comparez *Eptacentus*), *Perula*, *Purula*, *Polula*, *Rebula* (comparez *Rabocentus* ?), *Reimola*, *Sadala*, *Sintula*, *Susulla*, *Zantiala* (2). Quant à *pauta*, on a

(1) *Doctrin. vet. numm.*, t. II, p. 38.

(2) Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 71, et surtout dans l'article plusieurs fois cité, *Brumalia und Rosalia*, p. 389.

le choix entre le sanscrit *potu*, jeune, petit d'animal, et *potar*, *potâ* de la racine *pû*, purifier. La première dérivation n'offre pas de sens plausible; la seconde, si l'on se reporte à l'usage du latin *putus*, désignera la purification du blé ou de l'or. Or cette double signification s'applique à *Pautalia*; c'était un centre actif de culture des céréales; nous avons dit aussi que les Pautaliotes se vantaient sur leurs monnaies d'extraire l'or et l'argent, et le Strymon comme l'Hébre roulait un sable d'or.

Ce n'est pas seulement la numismatique des Denthélètes qui fournit de précieux renseignements à l'historien des Thraces; les inscriptions de Pautalia sont une source aussi féconde d'informations. Cependant nous ne nous occuperons ici que d'une seule, les autres n'ayant aucun rapport avec notre sujet; celle-ci, au contraire, offre un grand intérêt au philologue pour la détermination de l'idiome des Thraces. Voici l'épigraphe en question. Un certain Aurelius Bitus, c'est-à-dire Βίθυς (comparez *Bithynia*, *Bithicentus*) paie à une divinité le tribut d'hommages voué par les citoyens de la province thrace du pays de Sardica et du district de Pautalia : CIVES. PROV. TRACIE. REG. SARDICENS. MIDNE. POTELENSE (1). C'est le mot *midne*, que nous avons traduit par district, qui doit surtout nous intéresser. Au témoignage de l'archéologue Henzen, ce terme appartient à l'idiome des Thraces. Que le sens en soit « district », c'est ce que l'on peut conjecturer avec vraisemblance de l'opposition établie dans l'inscription avec *provincia* et *regio* : en outre, Procope nous apprend que la Dacie méditerranéenne se divisait en huit districts parmi lesquels se trouvait celui de Pautalia.

M. Tomaschek a très ingénieusement rapproché le terme *midne* de la racine indo-européenne *mid*, relier, en éranien *mit*, *mid*, en sanscrit *mith*, qui a donné les dérivés *mithware*, *mithwane* (bactrien), *maetha*, *maethana*,

(1) *Corp. inscript. latin.*, t. VI, n. 2819, inscription de l'an 266 après J.-C.

clan, district, *mithuna* (sanskrit) (1). M. Miklosich (2) a comparé à la même racine le lithuanien *mitu* (infinitif *mist*), habiter, d'où *méstō*, ville. Donc *midne* peut être considéré comme dérivé de la racine *mid* par l'adjonction du suffixe *na*, ou bien comme directement apparenté au mot éranien *maethana*. En toute hypothèse, nous sommes en présence d'un intéressant débris de la langue perdue des anciens Thraces.

A l'est des *Dentheletæ*, sur les pentes de l'Hémus, la carte de la Thrace ancienne porte les noms de deux tribus, les *Tilatæi* et les *Treres*. A part une mention de Thucydide (3), les *Tilatæi* sont parfaitement inconnus. La citation de l'historien grec mérite cependant d'être signalée : elle précise exactement la position des *Treres*, dont nous aurons à nous occuper. « Les *Treres* et les *Tilatæi*, dit Thucydide, forment frontière aux Triballes, qui eux aussi sont un peuple autonome. Ils habitent au nord du mont Skombros et ils s'étendent à l'occident jusqu'au fleuve *Æcus*. » Strabon place les Trères au sud de la Thrace, non loin de la ville d'Abdère et du lac Bistonis, dans les eaux duquel plusieurs de leurs cités furent englouties : le géographe ne confondrait-il pas ici les Trères avec les *Trausi*, une autre tribu du centre de la Thrace dont nous parlerons plus tard ? Pourtant MM. Lenormant (4) et Tomaschek (5) pensent que les Trères de Strabon et de Thucydide sont un même peuple. Pline les établit sur les frontières de la Macédoine. Il est souvent question des *Τροεες* chez Théopompe ; d'après Arrien, cité par Étienne de Byzance (6), il y avait des Trères en Bithynie, et le mot

(1) On peut rapprocher la terminaison *méthan*, *mítan*, *míten* des géographes arabes, et *mehan* du néo-persan, qui se remarque dans un grand nombre de localités de la Sogdiane et du Khorassan.

(2) *Lexic. slov.*, p. 392.

(3) *De bello Pelop.*, lib. II, c. 96.

(4) *Les Origines de l'histoire*, t. II, p. 366.

(5) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 70.

(6) Sub verbo *Τροίηρες*.

Τράσιον désigne bon nombre de localités de la Bithynie et de la Mysie.

Les Trères apparaissent donc avec un caractère sporadique très marqué : toutefois les témoignages que nous venons de rapporter et surtout l'affirmation explicite de Strabon mettent hors de doute la nationalité des Trères. « Ce sont des Thraces », dit Strabon. Comment donc expliquer le peu de fixité qui règne chez les anciens auteurs au sujet de la position géographique des Trères, et comment se fait-il qu'on les trouve ainsi répandus sur toute l'étendue du territoire de la Thrace ?

M. Lenormant (1), à la suite d'Adelung (2), de Scharfrik (3) et de MM. Duncker (4), A. Maury (5), Roget de Belloguet (6) et d'Arbois de Jubainville (7), identifiait les Trères avec les Cimmériens, les *Gimirri* des inscriptions cunéiformes, ce peuple dont les incursions, au VIII<sup>e</sup> et au VII<sup>e</sup> siècle avant J.-C., terrifièrent l'Asie Mineure pendant plus d'un siècle.

Voici comment M. d'Arbois de Jubainville établit cette thèse. Les Cimmériens étaient des Thraces, Strabon l'enseigne positivement dans les passages suivants : « Les Cimmériens, qu'on appelle aussi Trères » ; « les Trères, nation cimmérienne », et enfin « les Trères qui sont Thraces ». Si ailleurs le géographe distingue les Trères des Cimmériens, cette distinction montre seulement que, « dans la famille thrace désignée tantôt sous le nom de Trères, tantôt sous celui de Cimmériens, il y avait deux groupes à chacun desquels un des deux noms convenait plus spécialement qu'à l'autre ». Adelung va plus loin : il voit dans les Trères « la tribu dominante parmi les Cimmériens envahisseurs de l'Asie Mineure ».

(1) *Les Origines de l'histoire*, t. II, pp. 364-371.

(2) Voir L. Diefenbach, *Celtica*, t. I, p. 182.

(3) *Slavische Alterthümer*, t. I, p. 31.

(4) *Origines Germanicæ*, p. 94.

(5) *Journal des Savants*, 1869, p. 220.

(6) *Essai d'ethnogénie gauloise. Les Cimmériens*, p. 66.

(7) *Les premiers habitants de l'Europe*, p. 161.

On le voit, M. d'Arbois de Jubainville se fie absolument aux assertions de Strabon qu'il admet sans examen. Pourtant il s'en faut que la théorie de Strabon doive être reçue ici de confiance. Déjà Fréret distingue soigneusement entre les Trères ou Trérons d'Asie et ceux de la Thrace européenne (1). Depuis, M. G. Rawlinson (2) a fait voir que les Trères avaient, plus d'une fois sans doute, accompagné les Cimmériens dans leurs expéditions, car ils participaient des instincts pillards et voleurs que nous avons constatés dans plusieurs tribus thraces; mais les Trères, peuple thrace, différaient absolument des Cimmériens. Assurément les Grecs confondaient les Thraces et les Cimmériens, voilà la cause de l'erreur de Strabon. Du reste, remarquons-le, Strabon se fait plutôt l'écho de ses contemporains, il rapporte les opinions courantes et, en tout cas, son témoignage est infirmé par celui du poète Callinus(3). Il n'est donc pas possible, comme le fait M. d'Arbois de Jubainville, de rapprocher des récits d'Hérodote relatifs aux expéditions des Cimmériens (4) en Asie Mineure, le passage de Plutarque rapportant les dévastations exercées par les Trères en Asie (5). Hérodote distingue avec soin les invasions des Cimmériens de celles des Trères. Celles-ci, plus rares et ressemblant davantage à des razzias de pillards qu'à un envahissement de conquérants, se faisaient par le Bosphore de Thrace; les autres par le Caucase, et, quand les deux peuples faisaient une incursion de concert, ils se rejoignaient en Asie Mineure.

(1) *Mémoires de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, t. XIX, p. 602.

(2) *Herodotus*, t. I, pp. 354-358; t. III, p. 177.

(3) Même Strabon distingue plusieurs fois entre les Cimmériens et les Trères. Cette distinction n'arrête pas M. d'Arbois de Jubainville, comme nous l'avons vu; mais, dans son ouvrage intitulé : *Die alten Völker Europa's*, p. 66, Diefenbach, qui dans ses *Celtica* identifie les Cimmériens et les Trères, hésite devant le peu de consistance des opinions de Strabon.

(4) Liv. I, 15, 16; liv. IV, 12.

(5) *De Alexandri virt.* 7.

Ainsi se comprend la présence des Trères sur les rivages de la mer de Thrace, dans le voisinage d'Abdère et du lac Bistonis. Leurs migrations s'étendirent même plus loin, et au temps d'Hérodote des tribus de Trères étaient établies sur le territoire de Sinope. Voici comment M. Tomaschek rapporte ce fait, d'après les données de Callinus et d'Étienne de Byzance (1). Au commencement du vi<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne, les Cimmériens se précipitèrent de nouveau vers l'Asie. D'une part, ils avaient franchi le Caucase pour se répandre comme un torrent sur l'Asie Mineure ; d'autre part, ils avaient poussé devant eux des tribus thraces, surtout les Trères qui, pour échapper au flot dévastateur, s'étaient embarqués et avaient passé la Propontide. La Troade, le Lydie, la Phrygie et la Paphlagonie reçurent les fuyards. Sur les bords de l'Halys eut lieu la rencontre avec les Cimmériens; les Trères conduits par Κῶβος furent vaincus ; les débris de leur armée demeurèrent en Asie Mineure.

Apollonius de Rhodes et Hésychius nous ont conservé un mot du vocabulaire de cette tribu thrace. C'est le mot *sanapa*, que les écrivains grecs traduisent par « ivre, buveur de vin ». En effet *sanapa* renferme les deux éléments *sana*, qui dans les dialectes du Caucase signifie « vin », et la terminaison *-pâ*, qui veut dire « buvant ». Pourtant M. Tomaschek incline à penser que *sana*, c'est le sanscrit *çana*, chanvre (comparez le latin *cannabis* ?). *Sanapa* ferait donc allusion à la boisson fermentée que les Thraces tiraient des graines du chanvre. On peut comparer le mot *σαννάρα* qui, d'après Athénée (2), désignait un breuvage dans un des dialectes de la Grèce (3).

Faut-il aussi rattacher aux Trères de l'Asie Mineure la tribu des *Σαραπάραι* dont nous parle Strabon (4)? D'après

(1) *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, pp. 69-71.

(2) XI, p. 497.

(3) Boetticher, *Arica*, pp. 26, 52.

(4) XI, 14, p. 531.

le géographe grec, ces peuples étaient bien d'origine thrace, et leur nom se traduisait par κεφαλοτόμους ou ἀποκεφαλιστάς, c'est-à-dire coupe-têtes. On ne peut méconnaître dans Σαρα, la première partie du mot, le sanscrit *çiras*, tête, en zend *çara*, transcription exacte du thrace, en persan et en ossète *sar*, en grec κάρα. Quant au second élément *-para*, malgré l'analogie, il n'est pas question du suffixe *para* dont nous avons parlé (*Bessapara*, *Tranupara*, etc.), mais d'un dérivé de la racine *par* qui a donné en persan *pâra*, partie, fragment, et en grec πείρειν, percer, περόνη, aiguille (1).

Le nom Κῶβρος du chef des Trères a aussi une origine aryenne. Si l'on se rappelle la mutation normale de *b* en *v* et l'assourdissement de *a* en *o*, Κῶβρος correspond au bactrien *kava*, sanscrit *kavi*, qui veut dire « sage » et aussi « roi ». Il y a entre Κῶβρος et *kava* le même rapport qu'entre Μακκαβαίος et le zend *mahakavaya*. L'identité de ces deux derniers termes nous est insinuée par Isidore de Péluse (2), quand il dit que le mot Μακκαβαίος correspond chez les Perses à ce que les Grecs appellent κοίρανος c'est-à-dire « roi, chef suprême ». On peut rapprocher du Κῶβρος thrace la seconde partie du mot scythe Ἀσπώκαβρος (3).

Il nous reste à expliquer étymologiquement le nom des Trères. Cette tâche sera aisée, nous n'avons qu'à suivre le guide éclairé qui nous a si habilement mené jusqu'ici à travers le dédale de l'ethnographie et de la philologie thraces. M. Tomaschek rapproche le terme Τρηρες, Τράρες, Strabon dit Τρηρων, de la racine sanscrite *trâ*, en bactrien *thrâ*, protéger, garder, défendre (4). Dans l'organisation sociale des Thraces, les Trères représenteraient une troisième caste, celle des pasteurs, des gardiens de trou-

(1) Voir Diefenbach, *Die alten Völker Europa's*, p. 66. — Boetticher, *Arica*, p. 52.

(2) *Epist.*, III, 4. Voir P. Boetticher, *Arica*, p. 22.

(3) Fick, *Die griechischen Personennamen*, p. 121.

(4) Tomaschek, *Zur Kunde der Hämus-Halbinsel*, p. 71.

peaux : nous aurions ainsi la noblesse militaire dans les *Satræ* (*kshatra*), le sacerdoce et le peuple des villes dans les *Bessi* (*vaiçya*), et enfin les agriculteurs, la caste inférieure des pasteurs dans les *Trères* (*trâlar*).

Cette dérivation aryenne est rendue très plausible par la coïncidence assez significative des emprunts nombreux faits à l'éranien par l'idiome finnois des Mordvines, qui habitent sur les rives du Volga. En particulier, la racine *trâ* y a laissé des vestiges nombreux.

Nous terminons cette longue revue des tribus thraces par celles qui occupaient le cœur même du pays, les *Odrysæ* et les *Trausi*.

Les Odryses s'étendaient dans toute la région centrale de la presqu'île de l'Hémus, depuis le Rhodope à l'ouest jusqu'aux petits Balkans à l'est. Cette orientation résulte de divers passages d'Hérodote (1) et de Thucydide (2). D'après ce dernier écrivain, les Odryses auraient été primitivement cantonnés au pied de l'Hémus, près des sources du Tonzus ou Artiscus (c'est le nom que l'Hébre prend à la partie supérieure de son cours) : plus tard, ils descendirent graduellement vers le sud.

Quand Darius partit pour sa fameuse expédition contre les Scythes, il aborda non loin du pays des Odryses et il vint camper sur les rives de l'Artiscus, dont il remonta le cours jusqu'à l'Hémus. Mais avant cela il s'arrêta près des sources du Tearus, rivière qui descend des petits Balkans pour parcourir la partie orientale du territoire des Odryses, et qui se jette ensuite dans l'Agrianes, affluent de l'Hébre. Le Tearus avait chez les Thraces la réputation de posséder des qualités médicinales, et Darius fut si émerveillé du paysage pittoresque au milieu duquel coule le Tearus qu'il fit élever une colonne avec cette inscription : « Les sources

(1) Hérodote, liv. IV, 80.

(2) Liv. VII, 137.

du Tearus produisent d'entre toutes les rivières l'eau la plus belle et la meilleure : elles furent visitées, sur sa route vers la Scythie, par le meilleur et le plus beau des hommes, Darius, fils d'Hystaspe, roi des Perses et de tout le continent. »

On a des raisons de croire que des restes de cette inscription subsistaient encore il y a quelques années. Quand le général Jochmus visita Bunarhissar en 1847, il fut averti par un vieillard ture qu'une inscription antique en vieux syrien écrite avec des lettres ressemblant à des clous (1), avait été déposée quelques années auparavant tout près de sa demeure. On fit des recherches, mais en vain. M. G. Rawlinson qui rapporte le fait est bien près de penser que l'inscription en question était celle que Darius fit graver près des sources du Tearus (2).

Les Odryses formaient une des plus puissantes stratégies de la Thrace, et ils ne tardèrent pas à s'emparer de toute la péninsule des Balkans. Thucydide, dans le passage que nous avons indiqué, raconte en détail leurs nombreuses expéditions, et Hérodote semble insinuer que toutes les tribus thraces, à l'exception des *Satræ*, reconnaissaient la suprématie des Odryses : du moins c'est l'interprétation de M. G. Rawlinson (3). Le savant commentateur trouve

(1) On sait que les Achéménides se servaient comme les Assyriens d'un alphabet cunéiforme. Les fameuses inscriptions des rois de Perse à Béhis-toun, à Persépolis, à Naksh-i-Rustam sont toutes gravées avec ces caractères.

(2) *Herodotus*, t. III, p. 81. Voir aussi dans *Geogr. Journal*, t. XXV, p. 44, le récit du général Jochmus. Darius fit graver une inscription commémorative après avoir traversé le Bosphore. Elle était, dit Hérodote, en caractères grecs et en caractères assyriens (liv. IV, 873). M. Rawlinson relève l'inexactitude de cette dernière expression de l'historien. Hérodote semble croire, comme plusieurs de ceux qui aujourd'hui parlent d'écriture cunéiforme, qu'il n'y a point de distinction à établir entre les différents caractères de cette espèce. Il y a, en fait, au moins cinq différents types d'alphabet cunéiforme : le babylonien, le susien, l'arménien, l'assyrien et l'ancien persan des Achéménides. Ces deux derniers surtout différaient totalement (*Herodotus*, t. III, p. 78).

(3) *Herodotus*, t. V, p. 93 ; le passage d'Hérodote que nous discutons ici est le commencement du ch. III, liv. VII.

cette affirmation d'Hérodote exagérée. Mais nous serait-il permis de demander où M. Rawlinson a trouvé la mention de ces conquêtes des Odryses? Rien dans le texte n'autorise cette conclusion, les Odryses ne sont pas nommés à cet endroit.

Le royaume des Odryses n'en eut pas moins une grande importance et, déjà au temps d'Hérodote, il était complètement constitué. En effet Sitalcès, fils de Térès, fondateur de la monarchie des Odryses, mourut en 424 avant l'ère chrétienne, et l'on place la mort du père de l'histoire cinq ou dix ans auparavant. Térès vivait un siècle environ après l'expédition de Darius contre les Scythes. Voilà comment le monarque persan trouva les Odryses non loin du rivage du Pont-Euxin à son débarquement. Nous avons une autre preuve de la limitation des Odryses aux régions septentrionales de la presqu'île balkanique. Lorsque Octamasades, chef des Scythes, a traversé le Danube, il se trouve presque immédiatement en face de Sitalcès et des Odryses (1). Toutefois dès lors, Sitalcès, le chef des Odryses, devait avoir une grande puissance pour qu'Hérodote lui donne le titre de roi des Thraces (2).

On cite encore comme roi des Odryses *Medocus* (3), qui avait réuni sous son sceptre les *Melanditæ*, les *Thyni* et les *Tranipsæ* (4). Ce nom de *Medocus* semble bien être le même que celui de *Ἀμῶκος* (5), identique lui-même à celui des *Amadoci*, tribu thrace sur le Borysthène moyen et que M. Tomaschek interprète par le sanscrit *Amâdaka* « qui mange de la chair crue (6) ». Le caractère éranien du lan-

(1) Xénophon, *Anab.*, VII, 2, § 38.

(2) Hérodote, V, 90-93; Thucydide, II, 96.

(3) Liv. V, 4.

(4) Knobel, *Die Völkertafel der Genesis*, p. 124, identifie les *Τρανίψαι* ou *Θρανίψαι* de Xénophon avec les *Νιψαῖοι* d'Hérodote, dont nous avons parlé.

(5) Voir Xénophon, édit. Didot, p. 684.

(6) *MUSÉON*, t. II, p. 402.

gage des Odryses ressort encore du nom *Μόρασις* d'un de leurs châteaux. *Κόρασις*, qui se retrouve dans *Carsidava*, nom d'une ville dace, se rapproche de l'éranien *karsi* « champ labouré ». C'est aussi chez les Odryses qu'on rencontre le plus souvent la terminaison *dizus* dont nous avons déjà parlé.

Le Rhodope séparait les Odryses des *Trausi*. Vers le milieu du cours du Nestus, deux ramifications du Rhodope se dirigent de l'ouest vers l'est parallèlement aux rivages de la mer de Thrace. C'est entre ces deux chaînes, dans des vallées profondes, au nord des *Cicones* et des *Corpilli*, qu'habitait la dernière tribu dont nous avons à nous occuper, celle des *Trausi*. Les anciens écrivains ont laissé peu de détails sur ce peuple.

Hérodote nous apprend que leurs mœurs ne différaient en rien de celles des autres Thraces, excepté en ce qui concerne les naissances et les funérailles. Quand un enfant venait au monde, les parents se réunissaient autour de son berceau et énuméraient au nouveau-né tous les malheurs qui sont le triste partage de l'humanité. D'autre part la cérémonie des funérailles était une véritable fête, on enviait le sort du défunt désormais délivré des misères de la vie et jouissant de la plus parfaite félicité.

Étienne de Byzance confond les *Trausi* avec les Agathyrses, les ancêtres des Daces. Nicolas de Damas rappelle ce qu'en dit Hérodote, mais Tite-Live affirme explicitement leur nationalité thrace, « *gens et ipsa Thracum* » (1).

Le nom des *Trausi* est rapproché par Bähr (2) et Stein (3) du nom *Τραυός*, *Travus*, d'une rivière qui descend du pays des *Trausi* pour se jeter dans le lac Bistonis.

Ici se termine la longue et parfois fastidieuse pérégrination que nous avons entreprise à travers les tribus de la

(1) XXXVIII. 41.

(2) *Herodoti Musæ*, ad lib. VIII, 109 d'Hérodote.

(3) Stein, *Herodotos erklärt*, t. III, p. 6.

Thrace. Mais il a bien fallu s'y résigner : c'est en groupant les données éparses et souvent contradictoires des écrivains de l'antiquité que nous sommes arrivé à cet essai de reconstitution ethnographique de la péninsule des Balkans.

Maintenant que les Thraces sont connus dans leurs mœurs, dans leur langue, dont les maigres restes ont été recueillis avec soin, dans leurs institutions et leur culte, nous possédons tous les éléments du problème qui se pose au sujet de leurs origines. Le lecteur sait déjà que, avec bon nombre d'érudits contemporains, nous rattachons les Thraces au rameau éranien de la race indo-germanique. Mais cette conclusion ne s'est pas imposée sans conteste : il s'est élevé autour de ce problème ethnographique une controverse fameuse. Bien des opinions ont vu le jour ; elles s'appuient d'arguments mis en œuvre avec talent par des adhérents dont le nom fait autorité. Avant donc d'établir notre propre thèse, nous aurons à la défendre contre des systèmes opposés. Ce sera l'objet d'une seconde étude qui s'intitulera : *Les Origines des Thraces*.

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

---

# LES MYSTACOCÈTES

---

En quelques mois de temps, trois Cétacés à fanons, appartenant à la même espèce, ont échoué sur les côtes de France et de Belgique.

Le premier a été trouvé dans le golfe de Cavalaire, sur les bords de la Méditerranée, le 29 novembre 1884 : il avait une longueur de 5<sup>m</sup>25.

D'après des indications incomplètes des journaux, notre illustre cétologue, M. Van Beneden, l'avait considéré (1) comme une *Balænoptera rostrata* ; mais le nombre des vertèbres, ainsi que d'autres caractères, montre que c'est la *Balænoptera musculus*. C'était un tout jeune individu, comme l'indiquait déjà sa petite taille.

Le second Cétacé, échoué le 14 janvier sur la plage de Langrune, avait 18<sup>m</sup>85 de long ; son poids fut évalué entre 40 000 et 50 000 kilogrammes.

Le troisième individu fut amené à Ostende le 11 février. Il a 19<sup>m</sup>60 de long ; les journaux évaluent son poids à 60 000 kilogrammes.

(1) *Bulletins de l'Académie de Belgique* ; 3<sup>e</sup> série, tome VIII, page 713.

C'est toujours, et à bon droit, un événement, pour le savant comme pour le public, que l'arrivée de ces habitants de la haute mer. Car l'histoire des Cétacés et notamment des Cétacés à fanons a été longtemps fort obscure, surtout parce que nulle part on ne trouve, autant que dans les Thalassothériens, des différences d'âge et de sexe, à côté de modifications individuelles, aussi grandes entre les individus de la même espèce. Des particularités ont été trop souvent considérées comme étant des caractères spécifiques. M. Gray, l'illustre directeur du British Museum, a créé des genres nouveaux sur la bifidité de la première côte que présentent accidentellement des Cétacés. A mesure que les matériaux sont devenus plus nombreux dans les musées et que les observations se sont multipliées, plusieurs espèces, voire même plusieurs genres, ont dû être supprimés. C'est grâce aux travaux de MM. Eschricht, Reinhardt, Van Beneden, P. Gervais, Gray, Flower, Cope, Brandt, Capellini, etc., que la cétologie est entrée dans une nouvelle voie. Les Cétacés du nord de l'Atlantique ont surtout occupé les cétologues, ils sont aujourd'hui aussi bien connus que la plupart des géothériens.

On sait que les Cétacés, — parmi lesquels on ne range plus les Sirénéens, — se divisent en deux grands groupes : les Cétacés à dents, Cétodontes ou Denticètes, comprenant les Ziphioides et les Delphinides ; les Cétacés à fanons, appelés indifféremment Mystacocètes ou Mysticètes. Organisés pour vivre constamment dans l'eau, ils présentent de très grandes ressemblances entre eux : l'ouverture des narines sur le front, l'absence presque constante de poils à l'âge adulte, la présence dans le derme d'une épaisse couche de graisse pour empêcher la déperdition de la chaleur, la brièveté du cou, le membre antérieur transformé en nageoire et mobile seulement dans l'articulation de l'omoplate, l'atrophie des membres postérieurs, la présence d'une nageoire caudale transversale bilobée sont des caractères généraux. Cependant, sous cette forme

caractéristique et commune, ils présentent de très grandes différences entre eux.

Les Mystacocètes (1) possèdent des dents à l'âge embryonnaire, qui sont résorbées de bonne heure, et l'animal adulte porte au palais deux rangées de lames flexibles, les fanons. On considère ces organes comme des papilles énormes développées dans la muqueuse de la bouche. Chaque fanon est triangulaire, son bord externe est épais et lisse, tandis que l'interne est garni de filaments, la base est attachée transversalement au palais. Il apparaît dans l'embryon sous la forme d'une série transversale de filaments, décroissant en longueur de l'extérieur à l'intérieur et se soudant plus tard dans leur partie supérieure, tandis que l'extrémité inférieure reste libre. Sur les fanons adultes, des stries longitudinales indiquent encore cette origine embryonnaire.

Quand la bouche est fermée, les fanons circonscrivent une cavité dont le fond est occupé par une langue large et épaisse. Si celle-ci s'élève, les matières solides, enfermées dans la bouche, sont transportées vers le pharynx, tandis que l'eau est éliminée à travers ces singuliers phanères du palais, comme à travers un tamis.

Les narines s'ouvrent sur le front par deux orifices distincts, à l'opposé des Cétodontes, qui n'ont qu'un seul évent. Les poils, si constants dans tous les mammifères, n'existent d'ordinaire que dans le fœtus et s'y rencontrent surtout sur les lèvres.

Le squelette présente beaucoup de caractères particuliers : le maxillaire supérieur s'étend en arrière au devant du frontal sans le recouvrir, les os nasaux forment une voûte sur les narines et se rapprochent par conséquent

(1) Eschricht og Reinhardt : *Om Nordhvalen.*

Eschricht. *Zoologische Anat.*, etc. *Untersuchungen ueber die nordischen Wallthieren.*

Van Beneden et P. Gervais : *Ostéographie des Cétacés.*

Gray : *Catalogue of Seals and Whales.*

Van Beneden. *Annales du musée de Bruxelles*, tome VII, etc.

beaucoup des mêmes os des mammifères ordinaires. C'est une erreur de dire que les narines des Cétacés s'élèvent verticalement : il suffit, pour s'en convaincre, d'avoir examiné une seule tête de Mysticète. Cette disposition n'existe rigoureusement dans aucun Cétacé, même dans les Delphinides, où les os du nez sont refoulés et aplatis contre le crâne. Il est étonnant que cette erreur soit encore reproduite dans la plupart des manuels, comme dans le *Handbuch der Petrefaktenkunde* du professeur Quenstedt (1). Nous dirons la même chose d'une autre erreur accréditée dans les mêmes ouvrages, à savoir que les Cétacés expulsent des colonnes d'eau par les événements, erreur en opposition avec les faits et avec la disposition anatomique de la trachée-artère qui pénètre dans les choanes. Le pariétal, dans les espèces vivantes, n'est distinct que dans ses parties latérales ; il en est d'ordinaire de même du frontal, que l'on ne voit plus que comme un bord entre les os nasaux et l'occipital ; cet os est surtout constitué par les apophyses orbitaires très développées, refoulant l'œil complètement sur les côtés, un peu au-dessus de l'angle de la bouche. L'os jugal est très mince ; le lacrymal longtemps méconnu est un os plat, sans trou, placé entre le maxillaire et l'apophyse orbitaire du frontal.

La caisse tympanique, renflée et très développée, est l'os le plus caractéristique des Mysticètes. Elle peut servir à caractériser les genres et les espèces. Le rocher est attaché au temporal par deux fortes apophyses, dont l'une, logée dans une gouttière derrière le canal auditif externe, est l'homologue de l'apophyse mastoïde, d'après M. Van Beneden.

La mandibule est fortement courbée, à face externe bombée ; ses branches ne sont pas réunies par symphyse.

(1) Tubingen (1882-1885) page 113 : « Nasenlöcher auf der Stirn steigen senkrecht herauf, und dienen als Spritzlöcher, wodurch sie das einge-chluckte Wasser ausathmen. »

L'articulation du maxillaire avec le temporal se fait, du moins chez les Mysticètes vivants, non par une cavité, mais plutôt par une surface glénoïde du temporal.

On sait que dans tous les Cétacés, à cause de l'absence d'un véritable bassin, la région sacrée fait défaut et l'on considère comme caudales les vertèbres qui portent des os chevrons.

Le sternum est une pièce unique, avec laquelle s'articule directement une seule paire de côtes, sans l'intermédiaire d'un cartilage sterno-costal. Les côtes s'attachent seulement à l'apophyse transverse des vertèbres dorsales ; les *Pachycetus*, Van Ben., et les *Cetotherium*, Brandt, deux espèces fossiles, portent aussi sur le corps vertébral des surfaces articulaires.

Eschricht, le premier (1), a rendu compte de la forme des côtes et a montré leur mode de fixation chez les Cétacés à fanons. Une saillie, qu'on pourrait, à première vue, prendre pour la tubérosité, est l'angle costal. Fixées par leurs tubérosités aux apophyses transverses, les côtes sont médiatement réunies à un ou à deux corps vertébraux par des ligaments fibreux ; la première se rattache de cette manière aux apophyses des six dernières vertèbres cervicales.

Les membres abdominaux sont représentés partout par une pièce symétrique, allongée, placée parallèlement à l'axe du corps et n'ayant aucune adhérence avec le squelette. C'est l'ischion, il donne attache au muscle ischio-caverneux du mâle. On trouve de plus chez quelques-uns un rudiment cartilagineux ou osseux de fémur et dans la Baleine du Nord existe (2) un rudiment de tibia cartilagineux.

(1) Eschricht. *Zoologisch-Anatomisch etc. Untersuchungen ueber die nordischen Wallthieren*, pag. 133 sqq.

(2) Eschricht og Reinhardt, *Om Nordhvalen*, p. 149-152, et surtout : John Struthers, *On the bones, articulations, etc., of the Greenland Right-Whale* (From the JOURNAL OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY, vol. XV, January 1881.

Les Mystacocètes vivants se divisent :

1° En *Balénides*, les Baleines véritables, qui ont le dos uni, le rostre fortement recourbé, les fanons très longs.

2° En *Mégaptérides* (*Kyphobalænae* d'Eschricht), avec des fanons moins longs, des plis sous la gorge, les membres thoraciques excessivement développés, et sur le dos une bossette nant lieu de nageoire.

3° En *Balénoptérides* ou Rorquals (*Pterobalænae* d'Eschricht), avec des fanons courts, des plis sous la gorge et le ventre, une nageoire dorsale.

Les mammifères terrestres ont une taille en rapport avec l'étendue du continent qu'ils habitent ; cette loi s'applique aussi aux Cétacés, habitants de l'immensité de l'Océan. C'est dans cet ordre, et surtout dans le groupe qui nous occupe, que nous trouvons les plus grandes espèces animales, atteignant soixante-dix et quatre-vingts pieds de longueur.

Si l'on excepte les *Palæocetus* (1), dont la place est encore controversée et l'origine douteuse, les Mystacocètes ont fait leur apparition au miocène. Par le nombre et la variété des types, ils sont arrivés à leur apogée au pliocène ; mais, contrairement aux géothériens, ils ont continué à s'accroître en taille jusqu'à l'époque actuelle. La plupart des espèces vivantes sont géantes relativement aux nombreuses espèces fossiles.

Tandis que tous nos Mysticètes ont l'ouverture des narines sur le front, plusieurs espèces fossiles, les Plésiocètes d'Anvers entre autres, l'ont au milieu ou au bout du rostre. Un caractère assez constant des espèces éteintes est d'avoir le frontal et le pariétal bien distincts sur la ligne médiane, derrière les os nasaux.

(1) *Palæocetus Sedgwickii* (Seeley), connu seulement par une partie de la région cervicale, Delphinide d'après les uns, Mysticète d'après les autres. Il proviendrait de l'oolithe (*Oxford Clay*).

Les Mystacocètes vivent en gammes nombreuses ; les baleiniers racontent avoir vu souvent deux cents Baleines franches réunies. A l'époque des amours et de la reproduction, ils vivent par couples. Les femelles, unipares, mettent bas non loin des côtes, dans les baies et les lagunes, tandis que le mâle se tient au large. Dans les endroits où l'on chasse les Balénoptères, on capture toujours beaucoup plus de femelles que de mâles.

Tous les Cétacés à fanons entreprennent des voyages périodiques, à la poursuite, peut-être, des animaux dont ils se nourrissent ; mais dans certains cas, il se pourrait que la migration eût pour cause les changements périodiques du climat.

Beaucoup de ces animaux portent des parasites ou plutôt des commensaux sur le dos et la tête : ce sont surtout des Cyames et des Cyrripèdes. « Ce qui leur donne une haute importance, c'est que chaque Baleine loge un espèce particulière, de manière que le crustacé commensal est un vrai pavillon, qui en indique en quelque sorte la nationalité ; et il ne serait pas sans intérêt, pour les voyageurs naturalistes, de faire une étude de ces pavillons vivants (1). »

Avant de décrire les Cétacés à fanons, il ne sera pas sans utilité de les mettre en regard avec les Cétodontes afin de saisir leur enchaînement. Il est très intéressant et très utile à la science de connaître le plan qui a présidé au développement des êtres, quelle que soit l'interprétation qu'on admette pour s'en rendre compte. En ce qui regarde les Cétacés, on ne pourra aborder cette étude en détail que lorsque nous connaîtrons mieux les formes fossiles. Aussi nous nous contenterons de résumer, en un tableau, les principaux caractères différentiels des trois grandes subdivisions et d'en déduire quelques conclusions.

(1) Van Beneden, *Commensaux et parasites*, p. 60.



Si la théorie de l'évolution est vraie, les ancêtres des Mysticètes ont possédé des dents. Ces animaux ont en effet un grand nombre de follicules dentaires à l'âge foetal : Que l'on examine la planche IV de l'ouvrage d'Eschricht, où l'on en voit plus de 40 dans chacune des branches mandibulaires de la *Megaptera boops*, on sera frappé de l'analogie de cette dentition embryonnaire avec celle des Delphinides. Dans les oiseaux, et aussi, croyons-nous, dans les Bruta, les types à dents ont précédé les formes édentées. Sous ce rapport les Mysticètes seraient plus éloignés du type primitif que les Cétodontes. On arrive au même résultat si on compare le maxillaire inférieur et le sternum.

D'un autre côté, les Cétacés ont dû descendre d'animaux qui avaient des membres abdominaux complètement développés. Nous voyons, dans les mammifères, les types ayant des membres complets précéder ceux qui ont des membres simplifiés : l'hipparion précède le Cheval, comme le Pygméodon, possédant encore un bassin complet avec une cavité cotyloïde et, par conséquent, des membres abdominaux, le tout très réduit, précède les Sirénéens des mers actuelles.

A ce point de vue, les Mysticètes sont plus rapprochés de leurs ancêtres que les Cétodontes. Il en est de même si l'on compare les os nasaux, le maxillaire supérieur. Admettre des ancêtres différents pour les Cétacés, ce serait nier les affinités si étroites qui les relient entre eux et qui en font l'ordre le plus distinct, le plus nettement limité.

Par le développement des lobes olfactifs, les Cétacés à fanons représentent un type ancien, et les Denticètes

#### NOTES DU TABLEAU DES CÉTACÉS.

(1) Excepté le narval.

(2) Nous appelons ainsi l'apophyse qui, dans les ziphioides et les mysticètes est insérée sur les os de l'oreille et que M. Van Beneden a décrite comme l'homologue du mastoïdien.

devraient être postérieurs aux Baleines ; et cependant celles-ci n'ont fait leur apparition et certainement n'ont pris tout leur développement qu'après les autres Cétacés (1).

Ce sont là , croyons-nous, des caractères indiquant que l'évolution des Cétacés ne s'est pas effectuée dans l'ordre requis par la théorie transformiste.

### *Balénides.*

Les Balénides ont la tête très développée, atteignant un tiers ou un quart de la longueur totale de l'animal. La lèvre inférieure est énorme, le dos uni, sans bosse ni nageoire, le rostre fortement recourbé ; par suite, les fanons, surtout ceux du milieu de la bouche sont très longs et les deux rangées ne se rejoignent pas sur la ligne médiane. Ce sont les fanons des Balénides qu'on trouve surtout dans le commerce, ceux des autres Mystacocètes sont peu estimés, parce qu'ils n'ont que peu de longueur et d'épaisseur.

L'apophyse orbitaire du frontal est étroite, s'étendant de dedans en dehors et d'avant en arrière. Les mandibules sont fortement recourbées et tordues en avant ; on y voit un sillon dentaire et plusieurs trous mentonniers ; leur face interne montre le sillon mylohyoïdien, — caractéristique des vraies Baleines, — s'étendant depuis le trou dentaire jusqu'à l'extrémité distale, indiquant un grand développement du nerf de même nom.

La caisse tympanique est l'os le plus important pour la détermination des Balénides ; elle est facilement reconnaissable par son bord plus ou moins comprimé, sa face

(1) On sait que M. Marsh, pour les mammifères du nouveau monde, et M. Lemoine, pour ceux de l'ancien continent, ont montré que les lobes olfactifs diminuent à mesure qu'on s'approche des temps actuels.

supérieure légèrement arrondie, l'inférieure déprimée sur un point, et par la présence d'une bosse à côté de cette dépression.

Le vertèbres cervicales sont ankylosées ; dans diverses espèces fossiles, on rencontre tantôt l'atlas, tantôt la septième cervicale libres.

M. Eschricht a démontré que la soudure de la région cervicale n'est pas un effet de l'âge et que l'embryon présente déjà ce caractère dans le cartilage précurseur de la substance osseuse. Il a montré également, contrairement à ce que l'on croyait de son temps, que le nombre des vertèbres ne varie pas avec l'âge.

La cavité thoracique est beaucoup plus spacieuse que dans les autres Cétacés : les apophyses transverses des vertèbres dorsales s'élèvent, au lieu de s'étendre horizontalement ; la courbure des côtes est très forte et caractéristique.

Leur nourriture consiste en petits crustacés et surtout en mollusques ptéropodes (Ptéropodophages, Eschricht).

Toutes les Baleines ont une aire géographique très étendue avec des stations fixes ; elles entreprennent des voyages périodiques, mais chaque Baleine reste confinée dans son océan et son hémisphère. On ne rencontre pas de Baleines dans les régions équatoriales, qui sont, comme le dit le capitaine Maury, un cercle de feu pour ces animaux. Mais, fait important à noter, les Mégaptères et les Balénoptères vivent sous l'équateur et passent d'un hémisphère à l'autre.

M. Van Beneden (1) a reconnu le fait suivant dans la distribution inégale des animaux marins : Toutes les espèces anciennes, « archaïques », dit-il, ont une aire géographique très étendue et plusieurs sont orbicoles, comme le Ziphius, le Cachalot, les Mégaptères et les Balénoptères parmi les Cétacés, le genre *Sphargis* parmi

(1) *Bulletins de l'Académie*, 1884, p. 713.

les Chéloniens. Les espèces qui ont fait leur apparition plus tard, à un moment où la terre était déjà refroidie, ont une aire géographique limitée, comme les Baleines, les *Kogia*, les *Hyperoodons*.

Ce n'est que depuis quelques années que les différentes espèces de Baleines sont connues des naturalistes. Les marins en distinguaient vaguement plusieurs. Il s'est fait que des espèces ont été presque complètement anéanties, par la cupidité de l'homme, avant que les naturalistes fussent parvenus à connaître leur histoire.

La première espèce bien connue est la Baleine du Nord, la Baleine franche, *Balæna mysticetus*. Elle fut découverte, au commencement du xvii<sup>e</sup> siècle, par des navigateurs qui allaient chasser le Morse dans la mer Glaciale ou chercher le passage des Indes par le nord. Dès ce moment, on lui fit une guerre d'extermination : les Anglais, les Hollandais, les Allemands, les Danois, les Français la chassèrent dans les eaux du Spitzberg pendant le xvii<sup>e</sup> siècle, et dans la mer de Baffin, pendant le xviii<sup>e</sup>. Aujourd'hui des Écossais la poursuivent encore dans cette mer, où elle est devenue très rare, tandis que les Américains la recherchent dans la mer de Behring et la mer Arctique.

La Right-Whale, ainsi l'appellent les marins anglais, occupe donc toute la calotte du pôle ; il n'y a pas d'exemple qu'elle ait dépassé le 64<sup>e</sup> degré de latitude. Elle arrive du nord vers le mois de novembre, visite les baies du nord-ouest de la Norvège, et retourne vers le pôle aux mois de mai et de juin. Elle paraît donc avoir ses quartiers d'hiver entre le 76<sup>e</sup> et le 64<sup>e</sup> degré de latitude et ses quartiers d'été au delà du 76<sup>e</sup> degré.

Elle atteint 60 pieds de longueur. Ses ectoparasites sont des Cyames, jamais des Cirripèdes. C'est l'espèce la mieux connue et la plus abondamment représentée dans les musées.

Ses mœurs ont donné lieu à beaucoup d'observations

intéressantes. Dans les parages où l'homme n'avait pas encore paru pour la chasser, elle était sans défiance et s'approchait assez près des navires et des canots, mais bientôt elle devenait très farouche. On a observé qu'elle respire sept ou huit fois en dix à douze minutes, qu'elle plonge ensuite pendant 35 à 40 minutes, atteignant une profondeur de 400 brasses, et qu'elle remonte de nouveau à la surface pour respirer.

Les Basques avaient chassé une Baleine véritable dans le golfe de Gascogne, et l'avaient poursuivie jusque sur les bancs de Terre-Neuve; Cuvier pensait que c'était la Baleine franche, refoulée au nord par la chasse impitoyable qu'on lui avait faite. Déjà les baleiniers islandais au *xiv<sup>e</sup>* siècle distinguaient deux sortes de Baleines : l'une, du sud, portant sur le dos des « écailles » (Cirripèdes), l'autre, du nord, n'en portant point. Les naturalistes du Hamel et Camper savaient que la Baleine appelée par les Hollandais *Nord-Caper*, par les Norwégiens et les Islandais *Slätback*, et par les Français *Sarde*, faisait son apparition en hiver dans le golfe de Gascogne, et que, au printemps, elle se retirait vers les bancs de Terre-Neuve et la côte d'Amérique.

Dès le début de ses études cétologiques, Eschricht, de Copenhague, fut frappé du fait que la Baleine franche ne dépassait pas le 64<sup>e</sup> degré; s'appuyant sur des données historiques, — car on ne possédait dans aucun musée des ossements de ce Cétacé, — il acquit la certitude que la Baleine des Basques, peut-être éteinte, était une espèce propre à la zone tempérée de l'Atlantique et, par conséquent, distincte de la Baleine franche.

Sur ces entrefaites, une jeune Baleine échoua dans le golfe de Gascogne, à Saint-Sébastien, le 17 janvier 1854. Eschricht, qui n'ignorait rien de ce qui se passait dans le « monde des Cétacés », convaincu que c'était sa Baleine, la Baleine des Basques, arriva à la hâte et acquit le squelette. Il avait la preuve décisive que c'était une espèce

nouvelle, distincte du Right-Whale par le nombre des vertèbres, par les rapports de longueur entre les os et par la caisse tympanique ; il lui imposa le nom de *Balæna Biscaiensis*.

En 1862, une Baleine échouée sur les côtes de l'Amérique du nord fut étudiée par Cope, qui la nomma *B. cis-arctica* ; une comparaison ultérieure a montré l'identité spécifique de ces deux individus.

En 1877, une autre Baleine véritable entra dans la Méditerranée et fut capturée dans le golfe de Tarente le 9 février. M. Capellini (1), croyant que c'était une espèce nouvelle pour la science, lui donna le nom de *B. Tarentina*. M. Van Beneden (2) l'identifia à la *B. Biscaiensis*. La Baleine des Basques, disait-il, faisait son apparition dans le golfe de Gascogne aux mois de janvier et de février ; or c'est le 9 février que cette apparition a eu lieu dans le golfe de Tarente. Il y a tout lieu de croire que cet animal est venu en Europe à l'époque ordinaire de sa migration, mais que, au lieu de se rendre dans le golfe de Gascogne, il est entré dans la Méditerranée.

Le professeur Gasco (3) reprit les études de Capellini ; il fit le voyage de Copenhague pour comparer le squelette de cette Baleine avec celui du jeune individu échoué en 1854. La comparaison confirma les prévisions de l'illustre professeur de Louvain.

En 1880, un individu de cette espèce fut encore capturé sur les côtes de Charleston.

M. Guldberg a récemment annoncé que des marins ont vu des Baleines « sans bosse » sur les côtes de la Norwège ; ce ne peut être que le Nord-Caper. Ce qui confirme

(1) *Della Balena di Tarento ecc.*, del prof. Capellini. 1877.

(2) *Académie de Belgique*, juin 1877.

(3) *Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche*, vol. VII, n° 16. 1875.

Le même : *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1878, t. LXXXVII, page 410.

cette manière de voir, c'est que le même savant (1) a trouvé sur les côtes de la Norwège des restes d'ossements qu'il a rapportés à cette espèce. Les traditions populaires de ce pays parlent de la chasse d'une Baleine dans ces parages.

De l'autre côté de l'Atlantique, sur les côtes de la Caroline, le même animal fait actuellement son apparition en si grand nombre que l'on a résolu d'en organiser de nouveau la pêche, laquelle d'ailleurs n'y avait été abandonnée que depuis une centaine d'années, tandis que sur nos côtes elle l'est depuis le xvi<sup>e</sup> siècle.

Les limites géographiques de cette espèce paraissent donc être : au sud, le 30<sup>e</sup> degré de latitude et, au nord, la limite méridionale de la Baleine franche.

Elle atteint une taille de 50 à 60 pieds. Par les Cirripèdes qu'elle porte, par ses caractères ostéologiques, elle présente avec les autres Baleines des régions tempérées des affinités bien plus grandes qu'avec la Baleine du Nord.

De tout temps, les Japonais ont chassé une Baleine qui voyage des côtes du Japon et de l'Asie aux côtes de l'Amérique ; elle ne quitte pas le courant noir du Japon, comme la Baleine des Basques ne sort pas du Gulfstream. Elle fut longtemps confondue avec la Baleine du Nord ; les recherches de ces dernières années ont montré que c'est une espèce propre à cette partie de l'océan Pacifique, et qu'elle a des ressemblances frappantes avec celle du golfe de Gascogne. C'est la *B. Japonica*. Les Cétacés sont pili-fères comme les autres animaux de leur classe, mais leurs poils tombent généralement avant la naissance. Parfois cependant des parties du corps en conservent un certain nombre ; c'est le cas des Baleines et surtout de celle qui nous occupe. « Il se forme sur leur rostre une proéminence particulière que les baleiniers connaissent sous le nom de *bonnet*, et ce bonnet, dont la surface est fort irré-

(1) Guldberg, *Bulletins de l'Académie de Belgique*, 1884.

gulière, est couvert de poils. Les baleiniers scalpent souvent le rostre et conservent cette partie du chanfrein comme trophée (1). »

Dans l'hémisphère austral, nous connaissons avec certitude deux grandes Baleines ; celle du Cap (*B. australis*) qui passe l'été au Cap, et l'hiver à l'île de Tristan d'Acunha et sur les côtes de l'Amérique ; et la Baleine de la Nouvelle-Zélande (*B. antipodum*), qui passe six mois de l'année à l'est et six mois à l'ouest de cette île.

Nous connaissons donc quatre espèces des zones tempérées, présentant entre elles de très grandes analogies ; toutes portent des Cirripèdes sur la tête et le dos ; elles sont d'une grande taille, variant de 50 à 67 pieds ; un individu capturé de *B. australis* atteignait cette dernière longueur. Les deux Baleines australes et celle des Basques sont d'un beau noir uniforme ; celle du Japon porte sur la tête des taches blanches constantes, tandis que la Baleine du Nord est plutôt gris-noirâtre avec des parties blanches.

Dans l'océan Indien on a chassé activement une Baleine, surtout autour des îles Saint-Paul et Amsterdam ; elle est devenue excessivement rare. On n'en possède que quelques vertèbres, qui se trouvent au musée de Paris. C'est probablement une espèce distincte, qui porte provisoirement le nom de *B. Indica*. Toutes ces Baleines sont menacées d'une extermination complète.

Les baleiniers américains surtout, après avoir exercé leur industrie au nord, se sont portés successivement aux îles Tristan d'Acunha, aux îles Saint-Paul et Amsterdam, à la Nouvelle-Zélande, et enfin dans les eaux du Japon. Tous ces grands animaux, dont il a été question, vivent seuls. Aucun n'entre dans les parages fréquentés par un autre. Mais à la Nouvelle-Zélande, dans les eaux mêmes de la *B. antipodum*, vit une petite Baleine, la *Neobalæna marginata*, de Gray, qui ne dépasse pas quatre mètres de

(1) Van Beneden. Une page de l'histoire d'une Baleine, p. 18,

longueur. Nous connaissons des Baleines fossiles de cette taille dans le crag d'Anvers. On voit donc que les mers, comme les terres australes, ont continué à nourrir des espèces disparues de notre hémisphère. Le Barramunda a ses analogues dans nos terrains primaires, les Didelphes australiens dans le secondaire et le tertiaire, et la *Neobalæna* dans les *Balænula* du crag d'Anvers.

Un dernier Balénide vit sur les côtes de la Californie. En été, il se dirige vers la mer d'Ochotsck, en hiver, il revient mettre bas dans les baies et les lagunes de la Californie. Il porte le nom de *Rhachianectes glaucus*, Cope, et celui de Devil-fish. Des Cyames, comme dans la Baleine du Nord, des Cirripèdes, comme dans les Baleines tempérées, habitent son dos. Il possède la longueur et plusieurs caractères des vraies Baleines, mais il fait la transition aux autres Mystacocètes. La courbure du rostre, le dos sans bosse ni nageoire dénotent un Balénide; tandis qu'un double sillon sous la gorge, la présence de quatre doigts au membre thoracique, les apophyses frontales élargies sont des caractères des autres Cétacés à fanons.

Ce qui est remarquable et semble indiquer une parenté avec les fossiles, c'est que le frontal n'est pas réduit à l'épaisseur d'un doigt entre l'occipital et les nasaux, mais occupe un espace égal à la moitié de la largeur des os nasaux. La partie supérieure du crâne a donc une autre physionomie.

La pêche de cette intéressante espèce avait commencé en 1846; le capitaine Scammon estimait en 1856 le nombre des individus à trente ou quarante mille; en 1877 leur nombre ne dépassait pas dix mille.

Comme il y a une Baleine au pôle arctique, y aurait-il aussi une Baleine antarctique? Jusqu'à présent on n'en sait rien, si ce n'est que le capitaine Crookes assure avoir rencontré une véritable Baleine, au mois de janvier, à la Géorgie du Sud.

*Mégaptérides.*

Les Mégaptères (1), les Képorakaks des Groënlandais, doivent leur nom au grand développement des nageoires thoraciques, qui atteignent un quart de la longueur totale. Cet allongement des membres thoraciques n'est pas en rapport, comme on pourrait le croire, avec la rapidité de la progression de ces animaux; les nageoires paires des Cétacés, comme celles des poissons, servent à changer la direction de la course et à équilibrer le corps. Tandis que dans les poissons, ce sont des flexions du corps tout entier qui déterminent la progression, dans les Cétacés ce sont les mouvements de la nageoire caudale.

La tête atteint un quart de la longueur de l'animal; la lèvre inférieure n'a plus le développement qu'elle avait pris dans les Balénides; la gorge est sillonnée de plis; le dos porte une bosse au lieu de nageoire. Toutes, paraît-il, ont le dos noir, la partie inférieure de la tête et les nageoires thoraciques blanches; le reste du corps est blanc, mais parsemé de taches noires.

Les fanons sont brun-foncé ou noirs, les filaments qui les bordent à l'intérieur sont bruns. On en compte près de quatre cents de chaque côté; ils se réunissent en avant sur la ligne médiane comme dans les Balénoptérides.

La tête, le dos et même les plis de la gorge sont envahis par des Cirripèdes particuliers, sur lesquels, à leur tour, s'établit l'*Otion auritum*. Ces Cétacés se couvrent de bonne heure de leurs parasites, à tel point que, aux yeux des Groënlandais, ils naissent avec eux. Ce qui n'est pas douteux, c'est que l'on a vu de jeunes individus, capturés à côté de leur mère, déjà envahis par ces crustacés. Ces commensaux, comme tous leurs congénères, sont libres

(1) Eschricht. *Zoologische Anat. etc. Untersuchungen ueber die nordischen Wallthiere*, p. 146. Gray. *Erebus and Terror*.

dans leur enfance ; mais plus tard ils se casent sur le dos ou la tête de l'un de ces grands habitants de l'Océan, pour pêcher à leur aise.

Le squelette présente des caractères particuliers : le rostre est presque droit ; l'apophyse orbitaire du frontal est très large et s'étend directement en dehors ; la caisse tympanique est plus ronde que celle des Balénides, non aplatie à sa base, et se rapproche de celle des Balénoptères ; les vertèbres cervicales sont libres ; les apophyses transverses des vertèbres dorsales s'élèvent aussi pour s'articuler aux côtes, mais cette élévation est moins grande que chez les Baleines et plus prononcée que dans les Balénoptères où elles s'étendent presque horizontalement. Le sternum est court et terminé en pointe. Les membres postérieurs sont représentés par un ischion et un fémur osseux.

D'après Scammon, la gestation serait de 10 à 12 mois, comme dans les Baleines (1). Leur nourriture consiste en crustacés, en mollusques et surtout en poissons.

Elles atteignent soixante, soixante-dix et même quatre-vingts pieds de longueur.

Ces animaux ont des allures plus vives, une rapidité plus grande et des mœurs plus sauvages que les Baleines.

« Quand la Mégaptère veut manger, dit Fabricius (2), elle ouvre sa gueule pour avaler une grande quantité d'eau avec son contenu ; on la voit alors souvent montrer sa bouche béante au-dessus de la surface de la mer. Les

(1) D'autres marins disent que la durée de la gestation de la Baleine franche est de 15 à 16 mois.

(2) Les naturalistes disent communément que la région cervicale des Cétacés est complètement rigide ; mais, si les plis de la gorge s'effacent dans les Megaptera, il y a donc probablement un mouvement de la tête sur la région cervicale et un déplacement moindre des vertèbres de cette région les unes sur les autres. Ce mouvement de la tête et de la région antérieure de la colonne vertébrale serait très bien en rapport avec les mœurs ichtyophages de plusieurs Mysticètes, obligés de faire certains mouvements brusques pour happer la proie qui les fuit.

plis de sa gorge s'effacent (1) et leur couleur rouge apparaît ; on voit une langue brunâtre, les noirs fanons, un palais tout blanc : tout cela réuni présente un magnifique aspect. Quand elle a engouffré dans sa gueule ce qu'elle a convoité, elle la ferme, fait jaillir l'eau entre les fanons, tandis que les poissons et les mollusques sont retenus par les fanons serrés les uns contre les autres et par les poils attachés à leur bord interne. Le Képorkak ne souffle pas avec la même force que les Balénoptères et les Baleines franches. Si l'on se trouve à quelque distance des Megaptera, on voit surgir un jet élevé, semblable à une source jaillissante. Cependant ce n'est pas de l'eau, mais de la vapeur qui se condense au contact de l'air froid..... Parfois, aussi bien par un temps calme que par un temps orageux, il s'élançe hors de l'eau, au point que tout son corps devient visible, il se retourne en l'air, retombe sur le dos, pendant qu'il se bat les flancs avec ses immenses nageoires. D'autres fois il semble apprivoisé et nage autour des canots ; je l'ai ainsi approché de très près. Dès qu'il remarque qu'on le poursuit, il prend la fuite, ou bien il frappe vivement l'eau avec sa queue, et il est dangereux de l'approcher. »

Aux îles Bermudes, on lui a fait une chasse active, qui n'était pas sans danger. Dès qu'il est frappé, il part avec une rapidité prodigieuse en se tenant près de la surface de l'eau ; fréquemment les marins devaient couper la corde du harpon et, par crainte de naufrage, cesser la poursuite. On parvenait au Groënland à l'enfermer dans une crique étroite ; pourchassé par différents canots, ne pouvant plus regagner le large, il succombait percé de traits. Comme on le sait, la chasse des Cétacés est entrée dans une nouvelle voie depuis quelques années, on les tue au moyen de bombes.

Partout où l'on a vu des Baleines et des Balénoptères,

(1) Fabricius, in Eschricht. *loc. cit.*, page 150.

on a rencontré le Képorkak. Au nord, il a ses stations, de juin à septembre, sur les côtes du Groënland et dans le voisinage de l'Islande; aux îles Bermudes, il apparaît régulièrement de mars à mai; il y séjourne avant de se rendre au nord. On en a observé sous l'équateur, au cap de Bonne-Espérance, à Madagascar, aux Indes, à la Nouvelle-Zélande, au Mexique. Il semble donc être de tous les océans.

Quelques rares individus ont échoué sur les côtes de la Norvège et de la Suède, en Écosse, à l'embouchure de l'Elbe et, en 1877, sur les côtes de la Vendée; d'autres ont pénétré dans la Baltique. Contrairement à ce que dit le professeur Quenstedt (1), — lequel confond d'ailleurs les Megaptera et les Balænoptera, — on n'en a jamais observé dans la Méditerranée.

Tout semble faire croire, dit M. Van Beneden, que les « Baleines à bosse », comme les appellent les marins, hantent à des périodes fixes certaines stations, qu'elles se rendent au nord à l'approche de l'été, qu'elles retournent au sud au retour de l'hiver, et que c'est dans des parages déterminés qu'elles passent la saison des amours et mettent bas.

On a admis plusieurs genres et plusieurs espèces de Mégaptères, sous l'influence de l'idée que ces animaux sont confinés dans l'un ou l'autre hémisphère et qu'ils ne passent pas la ligne. Cette manière de voir est complètement erronée, et M. Van Beneden a proposé récemment de renoncer aux genres et même aux espèces créées, et il est revenu à l'idée, abandonnée par lui depuis quelques années, qu'il n'y a qu'une espèce de Mégaptères, cosmopolite: celle du Groënland, la *Megaptera boops* ou *longimana* (2).

(1) *Handbuch der Petrefaktenkunde*, page 116.

(2) La synonymie de cette espèce est très longue; cet animal a été appelé successivement *Balæna boops* (Fabricius), *Balæna longimana* (Rudolphi), *Kyphobalæna boops* (Eschricht), *Megaptera longimana* (Gray), enfin *Megaptera boops* par les auteurs de l'*Ostéographie des Cétacés*.

Beaucoup d'auteurs, entre autres les auteurs de l'*Ostéographie des Cétacés*, admettent l'espèce du Cap (*Megaptera Lalandii*), habitant le sud de l'océan Atlantique. Ces deux Mysticètes se ressemblent sous beaucoup de rapports. Nous avons eu l'occasion de comparer les squelettes ainsi que les caisses tympaniques, et l'examen le plus attentif ne nous a montré aucune différence notable. L'espèce, dans les Cétacés, on ne saurait assez le répéter, n'a pas ce caractère de stabilité qu'on observe parmi les géothériens, et des différences qui semblent spécifiques au premier abord sont démontrées être des modifications individuelles, quand on peut comparer plusieurs squelettes.

Récemment, M. Henri Gervais, continuant les beaux travaux de son père, a présenté, à l'Académie des sciences<sup>(1)</sup>, un travail important sur un squelette d'une Mégaptère de la baie de Bassarah, dans le golfe Persique, qui habiterait l'océan Indien. Il croit que ses caractères sont assez tranchés pour en faire une espèce nouvelle, *M. Indica*. Elle se rapproche par ses caractères ostéologiques tantôt de la Mégaptère du Cap, tantôt de celle du Groënland. Ne serait-ce pas là un indice de l'affinité de ces deux dernières espèces et de la parenté étroite de toutes? Cependant les différences que présentent les os palatins et ptérygoïdiens sont très importantes. On sait par les beaux travaux de Flower<sup>(2)</sup>, l'importance exceptionnelle de ces os pour la distinction des Cétacés. Mais leurs modifications ont-elles été suffisamment étudiées?

On peut donc admettre provisoirement la *M. boops*, *Lalandii* (?), *Indica* (?).

On ne connaît encore qu'une seule Mégaptère fossile, la *Megaptera affinis*, Van Ben., du crag d'Anvers, qui présente déjà de grandes affinités avec l'espèce du Groënland.

(1) Séance du 31 décembre 1883.

(2) Flower. *Proceedings of the zoological Society of London*, 20 décembre 1883.

*Balénoptérides.*

L'étude des Balénoptères, comme celle des Mégaptères, est très difficile. Les baleiniers, qui ont fourni des renseignements si précieux sur les Baleines et les stations qu'elles fréquentent, ne chassaient guère les Balénoptères et, par conséquent, négligeaient de noter les stations qu'elles hantent. De plus, si les Baleines sont confinées dans leur océan, différentes Balénoptères se rencontrent simultanément ou successivement dans les mêmes parages. Les espèces du nord de l'Atlantique sont seules bien connues, grâce aux persévérantes recherches de ces dernières années, et aussi à la chasse régulière de ces animaux, inaugurée depuis quelque temps.

Elles portent également les noms de Ptérobaleines (Eschricht), de Finfish et de Rorquals.

Comme leur nom l'indique, elles portent une nageoire dorsale, souvent falciforme. Jusqu'à présent on n'est pas encore parvenu à montrer qu'il existe, ce qui ne nous semble pas douteux, un caractère ostéologique en rapport avec la présence ou l'absence de la nageoire dorsale des Cétacés. Ce serait intéressant à connaître pour l'étude des affinités des espèces fossiles,

Les Rorquals ont des plis sous la gorge et le ventre, la lèvre inférieure peu développée ne recouvrant pas complètement les fanons, les membres antérieurs relativement courts, étroits, terminés en pointe et ne portant que quatre doigts.

La tête atteint un quart ou un cinquième de la longueur totale du corps. D'après une disposition observée dans une Balénoptère échouée en 1867 et dans l'individu capturé en amont d'Anvers il y a quelques années, les fanons sont disposés obliquement en dehors au-dessus des maxillaires inférieurs. En avant et en arrière, ils ne consistent que

dans des filaments semblables à des soies, de manière que le nombre en est difficile à constater ; ils se terminent en arrière en formant un tour de spire.

Le rostre est pointu et peu arqué, les apophyses orbitaires du frontal larges, et la voûte orbitaire très étendue. La caisse tympanique est arrondie et de forme ovale.

Le robuste maxillaire inférieur ne subit pas de torsion en avant.

Les vertèbres cervicales sont libres, mais parfois deux ou trois se soudent accidentellement par leur corps ou par leurs apophyses transverses. Des naturalistes ont créé des genres nouveaux sur cette disposition individuelle !

Les vertèbres dorsales ont des apophyses transverses presque horizontales ; les côtes ne présentent qu'une légère courbure ; la cavité thoracique est donc peu développée. Le sternum est toujours terminé en pointe.

Leur pêche a été longtemps négligée, à cause de sa difficulté, et de la faible quantité d'huile que la plupart fournissent (relativement aux Baleines) (1). Depuis que ces dernières sont presque exterminées, on poursuit régulièrement les Rorquals, surtout sur les côtes de Norvège et d'Islande. Les nouveaux engins de destruction permettent d'en capturer un grand nombre et empêchent surtout que l'animal blessé ne s'échappe.

Eschricht croyait que les Rorquals étaient ichtyophages, mais des observations positives de ces dernières années, l'examen du contenu de l'estomac des individus capturés et échoués, ont démontré qu'il en est qui se nourrissent presque exclusivement de crustacés.

(1) La Baleine du Groënland fournit de 150 à 200 barils d'huile ; comme elle habite les régions polaires, le tégument de graisse qui l'enveloppe est très épais ; les Baleines australes atteignant la même taille fournissent seulement de 50 à 80 barils, les Mégaptères 35 à 40 ; les petites Balénoptères 20 à 30, tandis que les grandes espèces fournissent parfois 60 à 80 barils.

Contrairement aux autres Cétacés à fanons, ils ne portent ni Cyames, ni Cirripèdes.

Les Balénoptères sont des animaux des régions tempérées et chaudes, plutôt que des régions polaires; on les rencontre en abondance dans les eaux tropicales et partout où il y a des Baleines. Il n'y a que l'océan Glacial qui seul ne semble pas fréquenté par elles; la plupart ne dépassent pas la limite méridionale de la Baleine franche; peut-être faudra-t-il cependant excepter la *Balænoptera rostrata*, que des marins ont vue souvent au milieu des Baleines arctiques.

On croit généralement, nonsans raison, que les voyages des Cétacés se font à la poursuite des animaux dont ils font leur nourriture; mais, tandis que des naturalistes prétendent que les Balénoptères poursuivent des poissons, d'autres croient que les uns comme les autres poursuivent de petits animaux dont ils se nourrissent et qui déterminent ainsi leur commune migration. L'examen attentif du contenu de l'estomac des uns et des autres pourra seul décider la question.

M. Gray, dont nous ne méconnaissons ni les talents ni les services rendus à la cétologie, avait créé quatre genres de Balénoptères, en tenant plus compte de la localité d'où provenaient ces Cétacés que de leurs caractères ostéologiques. Tous les genres nouveaux ont été supprimés et le catalogue des Rorquals vivants ne comprend plus que le seul genre *Balænoptera*.

« Se reconnaître au milieu des nombreuses espèces de Balénoptères, même au milieu des genres qu'on a établis ces dernières années, n'est pas chose aisée. Il n'y a pas de groupe dont les éléments soient plus embrouillés, plus difficiles à étudier, plus embarrassants à comparer (1). »

Au nord de l'Atlantique, quatre espèces bien distinctes de ces animaux ont été signalées. Nous allons les passer rapidement en revue.

(1) Van Beneden. *Les Balénoptères du nord de l'Atlantique*.

*Balænoptera rostrata*, O. Fabricius.Synonymie : *B. minor*, Knox.*B. Davidsonii*, Gray.

Ce Rorqual ichtyophage (1) a 48 vertèbres, 11 paires de côtes, le sternum en croix latine et de 25 à 30 pieds de longueur, les fanons pâles ou pâle-jaunâtres, la nageoire dorsale placée aux deux tiers de la longueur de l'animal et falciforme, le corps noir en dessus, blanc en dessous ; les nageoires pectorales, noires également, portent à leur origine un chevron blanc.

Cette Balénoptère est très répandue : dans les fiords de la Norwège, on la voit apparaître régulièrement depuis le mois de mai jusqu'au mois de décembre ; elle est commune au Groënland, au Spitzberg, au Kamtschatka, sur les côtes de la république argentine, — où elle porte le nom de *B. Bonaerensis*, — à la Nouvelle-Zélande, sous le nom de *B. Huttoni*, Gray., etc.

Cinq individus ont été capturés dans la Méditerranée, d'autres dans la Baltique, beaucoup sur les côtes océaniques de France, un a échoué près d'Ostende en 1838, et en 1865 un jeune mâle qui a remonté l'Escaut a été pris en amont d'Anvers. On pourrait donc dire que cette espèce est orbicole.

*Balænoptera borealis*, Lesson.Syn. *Balæna rostrata*, Rudolphi.*Balænoptera laticeps*, Gray.

Cette Balénoptère (2) a 55 ou 56 vertèbres, 14 paires de côtes, le sternum en disque et une taille de 35 à 40 pieds ; la nageoire thoracique est falciforme.

Ses fanons sont noirs, mais les poils qui les bordent du côté interne sont très minces et blanchâtres ou grisâtres ; les trois autres espèces ont ces poils très épais.

(1) Cfr. Eschricht. *Untersuchungen*, etc., p. 169 sqq.(2) Cfr. Gray. *Proceed. Zool. Soc.* 1864, p. 223, sqq.  
Flower, *ib.* 1864, p. 399, sqq.

L'animal a le dos noir ; le long des côtes il est blanc avec des taches bleuâtres ; le ventre est blanc avec une teinte rougeâtre, la nageoire pectorale complètement noire.

On avait considéré parfois ce Rorqual comme un hybride de la *Balænoptera musculus* et de la *B. rostrata*.

Cette espèce n'est pas si répandue que la précédente : Un individu a échoué en 1811, dans le Zuyderzée, près de Manniken Dam, son squelette est au musée de Leyde. Un autre a échoué en Holstein et un troisième près de Bergen en Norwège. Le musée de Bruxelles possède un représentant de cette espèce, qui avait été envoyé du cap Nord à Eschricht.

Elle paraît se nourrir exclusivement de crustacés.

Depuis un certain nombre d'années, on lui fait la chasse sur les côtes de la Norwège, où elle apparaît en été. Sa chair est bonne, on la sale et on l'exporte.

Les paysans des environs de Bergen parvenaient souvent à capturer des *B. rostrata*, engagées dans une crique étroite ; ils préféraient la viande de ce Cétacé à celle du bœuf !

*Balænoptera musculus*, Companyo.

Synonymie : *B. communis*, Van Ben.

*Physalus antiquorum*, Gray.

*B. gigas*.

Balénoptère de la Méditerranée.

Cette espèce, atteignant 60 à 70 pieds de longueur, est caractérisée par 15 paires de côtes, 62 vertèbres, le sternum en trèfle, des fanons noirs et souvent striés de blanc, le dos noir ou noir-bleuâtre et des nageoires pectorales noires, la gorge et le ventre blancs.

Il paraît que c'est l'espèce la plus répandue : on la connaît dans tout l'Atlantique, au Groënland, au Spitzberg, à la Nouvelle-Zemble. Elle visite régulièrement les côtes à la suite d'un petit poisson l'*Osmerus arcticus* (1).

(1) Guldberg ; *Bulletins de l'Acad.* III<sup>e</sup> série, tome VII, 1884.

Cette espèce est ichthyophage. Depuis dix ans, elle est l'objet d'une pêche régulière sur les côtes de Finmark, à l'ouest et à l'est du cap Nord. Elle pénètre dans la Méditerranée, où elle est assez fréquente.

Aristote a connu cette espèce et lui a donné le nom de *Mysticetos*. Il y a, dit-il, dans la bouche du *Mysticetos*, des poils rappelant les soies du porc. Cette comparaison donne une idée très exacte des filaments par lesquels les fanons des Rorquals sont terminés : Ces poils garnissent intérieurement la bouche d'une sorte de toison, dont la peau du sanglier et celle du porc peuvent seules donner une idée.

Pline cite également cette espèce, qu'il appelle *Musculus* ; il en est encore question dans plusieurs autres écrivains grecs et romains.

C'est l'espèce qui s'égaré le plus communément sur nos côtes; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur les catalogues des Cétacés échoués, publiés par Eschricht (1) en 1849 et par M. Van Beneden en 1869 (2).

Comme nous le disions en commençant, trois individus de cette espèce sont venus récemment se perdre sur nos côtes. Les deux derniers ont été immédiatement reconnus; le premier a donné lieu à une méprise de la part de notre éminent maître, erreur reproduite par M. de Parville (3).

D'après les indications des journaux, on savait qu'on avait affaire à un Rorqual. « On connaît, disait alors M. Van Beneden, deux Balénoptères qui visitent cette mer (la Méditerranée); une grande de 60 pieds et une petite qui ne dépasse pas trente pieds; comme les Cétacés ont le tiers de la longueur de la mère en venant au monde, la Balénoptère de 5 mètres, qui vient d'être capturée, ne

(1) *Op. citat.*, pag. 176.

(2) *Bulletins de l'Académie*, 2<sup>e</sup> série, tome XXVII, p. 281.

(3) *Journal des débats*, 19 février 1885.

peut être qu'une *Balænoptera rostrata*. L'autre, la *Balænoptera musculus* a 20 pieds en venant au monde.

L'examen ultérieur (1) a montré que l'individu a 62 vertèbres et qu'il a tous les caractères de la *musculus*. D'ailleurs, dans le catalogue, que nous citons tout à l'heure, M. Van Beneden signale l'échouement en 1863, à Port-Vendres, d'un individu de cette espèce qui n'avait que 5 mètres.

La *Balænoptera musculus* atteint, il est vrai, 60 et même 70 pieds de longueur, mais beaucoup d'individus restent en dessous de cette taille normale ; de plus le nanisme aussi bien que le gigantisme se rencontrent dans les Thalassothériens comme dans les géothériens. Si les Baleines véritables ont le tiers de la longueur de la mère en venant au monde, cette loi ne s'applique peut-être pas à tous les Cétacés, elle n'est d'ailleurs qu'approximative (2) : il ne faut donc pas se hâter de déterminer les espèces d'après la taille des individus.

*Balænoptera Sibbaldii*, Gray.

Synonymie : *B. latirostris*, Flower.

*B. Carolinæ*, Malm.

Steypireyder.

Cette Balénoptère est la plus grande espèce animale ; elle atteint jusqu'à 86 pieds de longueur. Elle compte 16 paires de côtes, 63 ou 64 vertèbres ; son sternum est très petit. Les fanons sont d'un beau noir foncé, la nageoire pectorale également noire, le dos bleu.

Elle paraît se nourrir exclusivement de crustacés : nous avons donc deux espèces de Balénoptères ichthyophages et deux « crustacophages ». Le professeur Turner a démontré que le bassin de la *Balænoptera Sibbaldii* n'a pas le fémur, tandis que la *musculus* le possède encore.

(1) M. H. Beauregard : *Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 30 janvier 1885.

(2) Scoresby dit même que le nouveau-né de la *Balæna mysticetus* ne dépasse pas 13 pieds.

Cette espèce est très rare sur nos côtes ; un individu de 80 pieds, échoué à Ostende en 1827, mit nos Flandres en émoi. Le squelette de ce « géant des mers », après avoir été exhibé dans les principales villes d'Europe et du nouveau monde, se trouve aujourd'hui à Saint-Petersbourg, où il tombe en ruines.

Depuis 1870, on la chasse à Vadsö, dans le golfe de Varanger (1). Le Dr Otto Finsch et M. Guldberg ont donné d'intéressants détails sur cette espèce.

Dans les autres océans on trouve de nombreuses Balénoptères, mais la question de savoir si ce sont des espèces distinctes des nôtres est toujours pendante.

Partout, à côté d'une ou de deux grandes, on rencontre aussi une ou deux petites, de manière que les quatre formes du nord de l'Atlantique semblent se répéter ailleurs.

A mesure que les études cétologiques avancent, le nombre des espèces diminue. On comble les lacunes qui paraissent séparer spécifiquement les individus habitant des mers différentes. Les quatre espèces, que nous venons de décrire, sont seules définitivement établies aujourd'hui.

On peut se rendre aisément compte de la formation des races dans ces Cétacés : Les Balénoptères, comme les Baleines à bosse, passent une partie de l'année sous l'équateur et peuvent se rendre dans des stations au nord ou au sud ; mais elles retourneront avec une prédilection marquée vers l'endroit où elles ont passé leur jeunesse, comme le Saumon et l'Esturgeon remontent le fleuve dans lequel leur éclosion a eu lieu.

Soumises à des conditions climatologiques différentes, trouvant une nourriture variable au nord et au sud tant pour la quantité que pour sa nature, choisissant des femelles dans la gamme dont elles font partie, les Balénoptères se trouvent dans les conditions les plus favorables pour acquérir des caractères particuliers, transmettre les modi-

(1) De 1878 à 1883, on y avait capturé plus de 600 individus.

fications individuelles, les accentuer et les perpétuer dans leurs descendants. Évidemment l'on aurait tort d'ériger en espèces toutes les formes différentes qui se produiront, comme on aurait tort de distinguer le Saumon et l'Esturgeon qui remontent périodiquement la Meuse de ceux qui remontent un fleuve d'une région plus méridionale, bien qu'il existe des différences entre eux.

Les Mystacocètes sont pélagiques ; ils ne se rapprochent des côtes qu'à l'époque de la parturition. Les individus échoués ont été souvent blessés ; parfois ils ont été frappés de mort naturelle et amenés par les courants. Tantôt c'est un animal que la tempête a séparé de sa gamme et jeté sur le rivage, où, s'il est couché sur la poitrine, il meurt étouffé par son propre poids.

On sait que différents animaux expulsent de leur société certains individus, d'ordinaire de vieux mâles, devenus trop méchants ou dont la rivalité jalouse trouble la paix commune. Comme ce sont très souvent des mâles adultes qui échouent sur nos côtes, les naturalistes pensent que ce sont des individus répudiés par leur gamme, et que la faune océanique a aussi des *solitaires*.

L'anatomie et l'ostéologie des Cétacés ont fait de très grands progrès par suite des échouements de ces dernières années, mais leur distribution géographique n'avance pas dans la même mesure : quand une espèce échoue assez souvent vers la même époque de l'année, on peut tirer de ces apparitions des conclusions sur les voyages de ces animaux, mais ce n'est pas le cas pour ceux qui se perdent sur nos côtes. Cependant ces événements fournissent le moyen de nous rendre compte de certains gisements célèbres de fossiles marins, par exemple, de celui d'Anvers. Pendant que se déposaient les sables miocènes et pliocènes de notre crag, l'Angleterre était encore réunie au continent et un vaste estuaire occupait l'emplacement actuel de notre métropole commerciale. Dans ces sables se trouve enseveli un nombre prodigieux

de formes éteintes, des Cétodontes de tout genre, des Mystacocètes dont le nombre surpasse, peut-être, celui des espèces vivantes. La faune de notre littoral ne comprend aujourd'hui qu'un seul petit Cétacé, le Marsouin ; car on ne peut considérer comme appartenant à une faune « que des animaux à séjour fixe ou périodique, qui contribuent, chacun pour sa part, à la physionomie du pays et aux harmonieuses combinaisons de la vie » (1). Nous croyons que la plupart de ces fossiles d'Anvers n'appartenaient pas plus à la mer miocène ou pliocène de notre littoral, que les Delphinides, les Ziphioides et les Mystacocètes égarés aujourd'hui sur nos côtes. La direction du vent, comme la disposition de la terre ferme à cette époque, amenait dans ces parages la plupart des cadavres flottant dans la mer du Nord. Il sera très difficile, sinon impossible, de reconstituer la faune cétologique littorale de cette époque.

Abbé GÉRARD SMETS,  
Docteur en sciences naturelles.

(1) Van Beneden. *Recherches sur la faune littorale de Belgique. Cétacés*, page 4.

---

## LES NOMBRES ET LA PHILOSOPHIE

---

Pythagore et les siens ont cru trouver dans les nombres l'explication de toute la nature. Pour eux, les nombres étaient les seuls principes stables et intelligibles, formant les essences immanentes des choses ; ils étaient même, suivant Hippasus et ses disciples, des entités supérieures et substantielles dont les essences des choses n'étaient que des copies. L'école entière y voyait, non un simple moyen d'énoncer et de coordonner les lois du monde physique et intellectuel, mais la cause nécessaire de ces lois ; de sorte que la science de l'univers matériel et moral, implicitement contenue dans les propriétés des nombres, devait être une science *à priori* comme nos mathématiques pures. Aussi, pour comprendre l'ardeur des Pythagoriciens à rechercher des curiosités numériques, pas n'est besoin de soupçonner dans leurs formules le voile prudent d'une doctrine secrète ; c'était, au fond, la philosophie tout entière qu'ils espéraient y découvrir, la théodicée, la psychologie, la morale, la cosmologie et la physiologie. De là, leurs spéculations sur l'unité et la dyade, sur le pair et l'impair, sur la quarte, la quinte et l'octave, sur l'harmonie des huit révolutions célestes, et une foule d'autres rêveries fort ingénieuses, que nous sommes loin de mépriser, car elles ont eu

des charmes pour des hommes de génie comme saint Augustin et Képler, mais dont cependant, malgré le titre de cet article, nous ne songeons pas à entretenir les lecteurs de la Revue.

L'arithmétique nous offre malheureusement d'autres mystères dont l'existence est beaucoup moins contestable. Et je ne parle pas de ces mystères qui ne peuvent inquiéter qu'un petit nombre d'initiés parce que les profanes n'en comprennent pas même l'expression, ni même de ces singulières questions de pure arithmétique que, depuis longtemps, tout le monde peut répéter, mais auxquelles personne n'a encore définitivement répondu, comme celle des solutions entières de la célèbre équation de Fermat,  $x^n + y^n = z^n$ . Il n'y a là que des difficultés, pour ainsi dire, techniques, dont les philosophes ont le droit de ne pas se soucier. Je veux parler de certaines questions épineuses qui se posent d'elles-mêmes, dès le début, à tout esprit philosophique désireux de comprendre les éléments ordinaires de l'arithmétique ; dès le début, c'est-à-dire dans les régions où la science est encore intimement unie à la philosophie, où ces deux lumières se confondent, et où par conséquent l'on ne peut signaler un point obscur sans adresser à l'une et à l'autre un égal reproche.

Mais est-il bien certain que l'on trouve, au seuil même de l'arithmétique, des questions véritablement épineuses et des obscurités ? Je n'ose l'affirmer trop fortement, de peur de passer pour sceptique ; mais, d'un autre côté, j'oserais encore moins le nier. Je crains, en effet, d'être accusé de scepticisme par quelques-uns de nos lecteurs ; car j'ai déjà, ici-même (1), publié sur les *Incertitudes de la géométrie* un article dont la conclusion était ainsi formulée : « La géométrie, telle qu'elle est actuellement constituée, n'a en aucune de ses parties la certitude qu'on lui attribue ordinairement et qu'elle devrait avoir. » Heureusement, cet

(1) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1883, t. XIV, pp 349 et suiv.

article même le montre, on ne pourra pas m'accuser de faire le même reproche à l'arithmétique ; car on peut lire quelques lignes plus bas : « Je crois que la géométrie tout entière est démontrable, et j'espère qu'on arrivera un jour à l'établir *à priori* aussi clairement et aussi solidement que l'arithmétique. » Aujourd'hui, comme alors, la science des nombres me paraît beaucoup mieux assise que la géométrie. D'abord, ses parties imparfaites ont une portée beaucoup moins générale que les incertitudes de la science de l'espace ; en supposant même qu'elles soient peu solides, comme elles ne supportent pas tout l'édifice, comme beaucoup d'autres parties en sont indépendantes, on ne peut pas dire que la science tout entière manque de certitude. Ensuite, même dans ces parties imparfaites, l'arithmétique élémentaire est beaucoup moins défectueuse que la géométrie ; ce qui leur manque, à notre avis, ce n'est pas la certitude, mais la netteté ; le vice est dans la forme plutôt que dans le fond. On le reconnaîtra, croyons-nous, en lisant ces pages. Un fait, du reste, vient à l'appui de cette appréciation. Tandis que les incertitudes de la géométrie euclidienne ont donné naissance aux diverses géométries hypothétiques de l'espace hyperbolique et de l'espace elliptique, rien de semblable n'a été tenté pour l'arithmétique. Bien des mathématiciens se sont occupés de cette obscurité, les uns pour essayer de la dissiper, les autres pour apprécier les efforts des premiers ; aucun n'y a vu, croyons-nous, une raison de douter. Enfin, l'arithmétique élémentaire, la seule qui ait des rapports intimes avec la philosophie, n'offre plus guère que deux doctrines qui laissent à désirer : celle du nombre infini et celle du nombre incommensurable. Encore faut-il ajouter que la première, malgré son importance philosophique, a si peu de ramifications dans la science proprement dite, que les meilleurs traités la passent ordinairement sous silence.

Ce ne serait certes pas pour nous une raison de n'en pas

parler ; mais, quelques-uns de nos lecteurs s'en souviendront peut-être, nous avons autrefois consacré à cette importante question plus de quarante pages de la Revue (1), qui sont devenues ensuite le chapitre iv de nos *Confins de la science et de la philosophie*, et nous nous permettons d'y renvoyer ceux que le sujet intéresse. Nous n'avons pas d'ailleurs trouvé mieux depuis lors ; et nous croyons encore que la démonstration de la création et des bornes du monde matériel, fondée dans ces mêmes pages sur la théorie du nombre infini, est, comme nous le disions, réellement « scientifique, claire et rigoureuse ». Cette théorie pouvant aisément se résumer, rappelons-la ici en quelques lignes, mais contentons-nous de ce résumé.

Pour la formuler et l'établir, il suffit de considérer le nombre entier, notion abstraite sans doute, mais notion que les enfants eux-mêmes parviennent à abstraire, et sur laquelle ils apprennent à raisonner clairement dans leurs premiers exercices de calcul. C'est au nombre entier seul qu'il faut penser en recherchant dans quel sens l'adjectif *infini* peut ou ne peut pas lui être appliqué.

Avant de donner ce que nous regardons comme la véritable formule, nous en avons critiqué deux autres, souvent répétées par divers philosophes. La première déclare carrément que le nombre infini est une absurdité, *numerus infinitus repugnat*. Nous avons condamné cette formule, parce qu'elle est ambiguë, vraie dans un sens et fausse dans un autre, parce que, si elle paraît évidente quand on ne la regarde que d'un côté, on peut en dire autant de sa contradictoire. La seconde formule essaye de corriger cette ambiguïté par une distinction. Elle distingue entre l'infini *actuel* et l'infini *en puissance*, et elle ne rejette comme absurde que le *nombre actuellement infini*. Nous l'avons également rejetée comme étant à la fois inexacte et insuffisante : inexacte, parce que les nombres abstraits,

(1) *Revue des questions scientifiques*, avril 1878, t. III, pp. 558 et suiv.

qui ne sont ni des substances, ni des phénomènes, n'ont rien de contingent ; que, ce qu'ils sont, ils le sont nécessairement ; que leur existence et toutes leurs propriétés intrinsèques sont nécessaires et ne peuvent pas ne pas être ; et que, dès lors, la distinction de l'actuel et du potentiel, quand on la leur applique, ne signifie plus rien. Or, quand on parle de nombre infini actuellement ou en puissance, c'est des nombres abstraits que l'on veut parler, et non des nombres concrets, c'est-à-dire des choses contingentes que les nombres contribuent à déterminer. De plus, cette formule est insuffisante ; car, si elle élude la difficulté fondée sur le nombre infini des choses possibles, elle n'explique pas le nombre infini des unités qui composent les séries continues, par exemple, le nombre infini des points dans une ligne, des instants dans un intervalle de temps, des positions successives d'un corps qui se transporte. Ces positions, ces instants, ces points ne sont pas simplement en puissance ; il faut leur reconnaître la même actualité qu'au déplacement, à l'intervalle de temps et à la ligne dont ils font partie.

Nous avons ensuite établi successivement les deux parties de la formule proposée par nous : *Le nombre infini n'est pas absurde, mais il est essentiellement indéterminé.* Il n'est pas absurde, car, dans bien des cas, il est l'unique réponse à des questions parfaitement intelligibles. Pour le prouver, nous en développons plusieurs exemples appartenant à diverses catégories, telles que le nombre des possibles, des unités dans les séries continues, des racines de certaines équations transcendantes. Il est essentiellement indéterminé ; car des exemples choisis dans les mêmes catégories montrent que deux nombres infinis ne sont pas comparables entre eux sous le rapport de la grandeur ; qu'on ne peut pas, sans se contredire, prétendre qu'ils sont égaux entre eux, ou que l'un des deux est plus grand ou plus petit que l'autre ; et que cela tient précisément à ce que ces nombres sont infinis. Or, dire que l'idée même du nombre

infini exclut toute possibilité de comparaison sous le rapport de la grandeur, c'est dire en d'autres termes que les nombres infinis sont essentiellement incapables d'une grandeur qui les individualise; que, par conséquent, à l'état de nombres *abstrait*s, ils n'ont et ne peuvent avoir absolument rien qui les distingue les uns des autres; c'est dire enfin qu'ils sont essentiellement indéterminés.

C'est donc le nombre à la fois infini et déterminé qui est une absurdité, tandis que le nombre infini et indéterminé n'a rien qui répugne. On voit sans peine combien cette formule est facile à appliquer aux questions particulières de la philosophie, par exemple aux dimensions du monde matériel dans l'espace, à sa durée dans le passé, au nombre des étoiles ou des atomes, au temps et à l'espace abstraits, etc. L'objet en question admet-il l'indétermination, il pourra sans contradiction admettre l'infinité. Au contraire, s'agit-il de choses qui ne peuvent avoir de réalité qu'à la condition d'être déterminées, aussitôt l'infinité devient absurde et contradictoire. Nous avons développé plusieurs de ces applications dans les pages que nous venons de résumer; nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur. Il nous tarde d'aborder le sujet principal de cet article, à savoir le nombre incommensurable qui, comme nous le disions tout à l'heure, est, après le nombre infini, le seul point obscur de l'arithmétique élémentaire ayant vraiment des rapports avec la philosophie. Comme il n'a jamais été traité dans cette revue, nous tâcherons de lui donner tout le développement nécessaire, et nous pensons qu'il est possible d'en parler d'une manière intéressante à des esprits sérieux, sans jamais sacrifier la clarté à la rigueur, ni la rigueur à la clarté.

Commençons par rafraîchir et compléter certaines connaissances que tous nos lecteurs ont acquises au collège. Notons d'abord que le mot incommensurable n'a jamais en mathématiques la signification, assez peu conforme à

son étymologie, que le dictionnaire de l'Académie semble tolérer en disant : « INCOMMENSURABLE, signifie quelquefois, Qui ne peut être mesuré, qui est très grand ou infini. *Un espace incommensurable.* » C'est, croyons-nous, uniquement à sa longueur que le mot doit cet emploi irrégulier, qui nous fait toujours l'effet d'un pataquès. Les mathématiciens ne donnent à ce mot que les deux sens suivants :

1° Ils disent que deux grandeurs de même espèce sont incommensurables entre elles, ou que l'une de ces grandeurs est incommensurable avec l'autre, lorsqu'elles n'ont point de commune mesure, c'est-à-dire lorsqu'il est impossible de trouver une grandeur de la même espèce qui se trouve exactement un nombre entier de fois dans l'une et un nombre entier de fois dans l'autre. L'existence de pareils couples de grandeurs n'est pas une vérité évidente ; mais c'est une vérité parfaitement établie par les diverses branches des mathématiques, et tout particulièrement par la géométrie. Le cas le plus simple est le couple formé par la diagonale et le côté d'un même carré. On sait, en effet, par la propriété connue du carré de l'hypoténuse, que le carré de la diagonale est équivalent au double du carré primitif. Or, si une même longueur se trouvait exactement  $m$  fois dans la diagonale et  $n$  fois dans le côté, il s'ensuivrait que le carré du nombre  $m$  serait égal à deux fois le carré du nombre  $n$  ; c'est-à-dire que l'on aurait  $m^2 = 2n^2$  ; égalité impossible, car elle se ramènerait, par la suppression des facteurs communs aux deux membres, à l'égalité entre un nombre impair et un nombre pair. Il est probable que ce cas d'incommensurabilité, le plus simple de tous, fut aussi le premier reconnu, et qu'il fut signalé par Pythagore ; car c'est à lui qu'Eudème, disciple d'Aristote et auteur d'une *Histoire de la géométrie*, attribue la découverte des incommensurables. Depuis lors, les géomètres en ont démontré un très grand nombre.

Cette première manière d'employer le mot incommensurable ne crée aucune difficulté métaphysique ; elle ne

fait que constater une chose rigoureusement démontrée, à savoir : l'impossibilité de trouver une commune mesure entre certaines grandeurs. Il n'en est pas de même de la seconde manière ; c'est elle précisément qui soulève les difficultés dont nous devons nous occuper dans tout le reste de cet article. Disons d'abord ce qu'elle est dans le langage universel des mathématiciens modernes ; nous la discuterons ensuite.

2<sup>o</sup> Dans cette seconde manière, le mot *incommensurable* ne s'applique plus à des couples de grandeurs, mais à des nombres isolés. On dit, par exemple, que la racine carrée de 2 est un nombre incommensurable ; que, si un nombre entier n'est pas exactement le carré d'un autre nombre entier, sa racine carrée est un nombre incommensurable ; que, plus généralement, la racine cubique, quatrième, cinquième, etc., d'un nombre entier, quand elle n'est pas elle-même un nombre entier, et elle ne l'est que très rarement, est toujours un nombre incommensurable. Ajoutons que l'on démontre rigoureusement et sans peine qu'elle n'est jamais un nombre fractionnaire, ou, pour employer le langage reçu, qu'elle n'est jamais un nombre commensurable. Il s'ensuit que notre système de numération écrite, avec ses fractions décimales, même périodiques, et en y adjoignant les fractions ordinaires, est absolument incapable de représenter exactement ces diverses racines. On dit bien qu'il nous permet d'écrire des valeurs aussi approchées que nous le voudrions des véritables ; mais il n'en est pas moins vrai que, soit en écrivant indéfiniment des décimales, soit en allongeant indéfiniment le numérateur et le dénominateur d'une fraction, il est absolument impossible d'exprimer la valeur exacte du plus simple même de ces nombres, de la racine carrée de 2. Et qu'on ne pense pas, pour se consoler de cette impossibilité, que les nombres incommensurables sont, du moins relativement, peu fréquents en mathématiques ; il serait plus exact de dire que la plupart des nombres employés dans les

calculs sont, en réalité, des nombres incommensurables dont, faute de mieux, nous n'écrivons que des valeurs approchées. Ainsi, parmi les cent huit mille logarithmes dont on peut lire les valeurs exactes ou approchées dans la première table de Callet, il n'y en a que six qui soient des nombres commensurables ; tout le reste est incommensurable.

Les mathématiciens ne se contentent pas même de distinguer les nombres en deux classes : une première classe, qui renferme les entiers et les nombres fractionnaires sous le nom commun de nombres commensurables ; et une seconde classe, qui renferme tous les autres nombres sous le nom d'incommensurables. Ils ont trouvé que, dans cette seconde classe, il y a une infinité de degrés, qu'il y a pour ainsi dire des nombres plus incommensurables les uns que les autres ; que, par exemple, le degré d'incommensurabilité est plus élevé dans une racine quatrième que dans une racine cubique, et dans celle-ci que dans une racine carrée. Pour comprendre la raison de cette division en degrés, prenons d'abord un exemple fort simple.

Supposons que, dans une équation du second degré à une inconnue, les quantités connues (les coefficients) soient des nombres commensurables. Nous avons tous appris au collège que généralement dans une pareille équation l'inconnue a deux valeurs et que, généralement aussi, ces deux valeurs, quand elles sont réelles, sont des nombres incommensurables. Et cependant, l'équation même le prouve, si l'on élève une de ces valeurs au carré, et qu'on joigne ce carré à la valeur elle-même multipliée par un certain nombre commensurable, on trouve un résultat commensurable. Quelques opérations très simples ont donc fait disparaître l'incommensurabilité.

Supposons maintenant que l'on veuille traiter de même une racine cubique, celle de 2 par exemple. On aura beau la multiplier par n'importe quel nombre commensurable et y ajouter son carré, jamais on n'arrivera à un résultat

commensurable, jamais ces opérations ne suffiront à faire disparaître l'incommensurabilité. Et en général, quand une valeur vérifie une équation algébrique d'un certain degré où les quantités connues sont toutes des nombres commensurables, si l'on multiplie sa première puissance, son carré, son cube, etc., par des nombres commensurables quelconques, et qu'on additionne ces produits, on n'arrivera jamais à former une somme commensurable, tant que l'on n'y fera entrer que des puissances d'un degré inférieur à celui de l'équation : tandis qu'on peut évidemment toujours y arriver en allant jusqu'à ce degré. Telle est la remarquable propriété qui a fait distinguer une infinité de degrés dans l'incommensurabilité.

Cette classification naturelle des nombres incommensurables, dont nous ne pouvons ici indiquer les importantes conséquences, est certainement quelque chose de bien curieux ; mais voici qui l'est peut-être encore davantage.

Il semblerait qu'avec sa faculté indéfinie d'extension elle dût comprendre tous les degrés possibles ; et pourtant il existe des nombres incommensurables qui, à proprement parler, n'y sont pas compris. En effet, puisque le degré d'une équation algébrique, quelque élevé qu'il soit, est nécessairement un nombre fini, si la classification précédente était complète, il s'ensuivrait qu'il n'y aurait pas de nombre déterminé dont on pût dire que son degré d'incommensurabilité est infini. Et cependant il existe de pareils nombres. Quelques-uns sont connus depuis longtemps ; longtemps aussi on a soupçonné qu'ils jouissaient de cette remarquable propriété, et depuis quelques années la chose est rigoureusement établie.

Les deux plus célèbres de ces nombres sont représentés, dans tous les écrits des mathématiciens, par les lettres  $\pi$  et  $e$ . Transcrivons-les ici jusqu'à la 35<sup>e</sup> décimale.

$$\pi = 3, 14159\ 26535\ 89793\ 23846\ 26433\ 83279\ 50288\dots$$

$$e = 2, 71828\ 18284\ 59045\ 23536\ 02874\ 71352\ 66249\dots$$

Le premier, le plus anciennement connu, est le rapport de la circonférence au diamètre. Avant Archimède, on se contenta d'en connaître la partie entière (1). On lui substitua ensuite la fraction  $\frac{22}{7}$  qui ne donne que deux décimales exactes ; les Indiens trouvèrent une valeur plus approchée,  $\pi = 3,1416$ . Vers la fin du xvi<sup>e</sup> siècle le père du géomètre hollandais Adrien Mélius trouva la valeur  $\pi = \frac{355}{113}$ , qui est exacte jusqu'à la 6<sup>e</sup> décimale. En 1593, Adrien van Roomen, de Louvain, plus connu sous le nom d'Adrianus Romanus, publia sa *Methodus polygonorum*, où l'on trouve, « pour la première fois, le rapport de la circonférence au diamètre calculé jusqu'à la seizième décimale, résultat obtenu par des calculs numériques d'une longueur formidable (2). » Bientôt après, Ludolph van Keulen, le plus fort calculateur de son siècle au dire du même Romanus, calcula ce rapport jusqu'à la trente-cinquième décimale (3). Depuis lors, on a trouvé pour ce calcul des formules beaucoup plus rapides. Il nous serait difficile de citer tous les calculateurs qui s'en sont occupés. Mentionnons seulement les résultats suivants : Dès la fin du xviii<sup>e</sup> siècle, on trouvait à la page 110 des Tables de Callet les 127 premières décimales. Dans les *Philosophical Transactions* de 1841, p. 283, on trouve une valeur calculée par Rutherford jusqu'à la 208<sup>e</sup> décimale ; mais, grâce à une erreur de calcul, cette valeur n'est exacte que jusqu'à la 152<sup>e</sup> inclusivement. Deux géomètres contemporains. MM. Shanks et Richter, ont calculé chacun de son côté jusqu'à la 500<sup>e</sup> décimale ; et l'un d'eux, M. Shanks, a publié ensuite,

(1) Au troisième livre des Rois (vii, 23), et au second des Paralipomènes (iv, 2), il est dit que Salomon fit construire un grand vase circulaire, ayant 10 coudées de diamètre, et 30 coudées de circonférence : « Mare etiam fusile decem cubitis a labio usque ad labium, rotundum per circuitum ; quinque cubitos habebat altitudinis et funiculus triginta cubitorum ambiebat gyrum ejus. »

(2) *Revue des questions scientifiques*, octobre 1884. Article de M. Ph. Gilbert, p. 444.

(3) *Ibid.*, p. 445.

dans les *Proceedings* de la Société royale, t. XXI, p. 319, une valeur calculée jusqu'à la 707<sup>e</sup> inclusivement (1). Quelques lignes suffisent pour écrire un pareil nombre ; mais on se figure difficilement l'approximation qu'il représente ; essayons donc d'aider l'imagination par une expression géométrique. On sait que la lumière parcourt environ 300 kilomètres par seconde, et qu'elle se compose de vibrations dont la longueur est inférieure à un millième de millimètre. Prenons pour rayon d'un cercle la distance qu'elle franchirait en cent millions d'années. Si, pour calculer la circonférence de ce cercle, nous employons la valeur de  $\pi$  jusqu'à la 28<sup>e</sup> décimale en négligeant les suivantes, l'erreur que nous commettrons sur la longueur de cette énorme circonférence sera certainement inférieure à une longueur d'onde lumineuse ; et l'on arriverait à la même précision pour un rayon dix fois, cent fois, mille fois..... plus grand, en prenant dans la valeur de  $\pi$  une, deux, trois..... décimales de plus. Aussi les calculs dont nous venons d'indiquer les résultats doivent être regardés comme de simples curiosités.

Remarquons-le en effet, on savait depuis longtemps que ces calculs ne pouvaient se terminer d'eux-mêmes ; puisque Lambert, mort en 1777, a démontré que  $\pi$  est un nombre incommensurable. Legendre, qui le démontra de nouveau après lui, dit en achevant cette démonstration : « Il est probable que le nombre  $\pi$  n'est pas même compris dans les irrationnelles algébriques, c'est-à-dire, qu'il ne peut être

(1) Ces derniers renseignements sont empruntés au *Report of the Committee of mathematical tables*, par M. J. W. L. Glaisher (1873), publié dans le volume de la *British Association* pour la même année. Voici une liste, extraite des *Nouvelles Annales de mathématiques*, t. XIV, 1855, où l'on remarquera que les résultats attribués à Richter, Rutherford et Shanks sont différents de ceux du *Report* de M. Glaisher. Nous n'avons pu contrôler par nous-mêmes ; mais nous croyons à l'exactitude de ce dernier. — Nombre des décimales exactes calculées par : Archimède 2, Astronomes indiens 3, J. Rheticus 8, Pierre Mélius 8, Viète 11, Adrien Romanus 16, Ludolf van Ceulen 35, A. Sharp 73, Machin 100, Lagny 127, Vega 140, Ms. de la Bibliothèque Radcliffe à Oxford 156, Dahse 200, Clausen 256, Richter 333, Rutherford 440, Shanks 530.

la racine d'une équation algébrique d'un nombre fini de termes dont les coefficients sont rationnels ; mais il paraît très difficile de démontrer rigoureusement cette proposition ; nous pouvons seulement faire voir que le carré de  $\pi$  est encore un nombre irrationnel (1). » Et, en effet, Legendre démontra cette dernière proposition. Il s'ensuivait que l'incommensurabilité de  $\pi$  est d'un degré plus élevé que celle des racines carrées ; mais cela ne suffisait pas même à démontrer *à priori* l'inutilité des efforts que font depuis des siècles les malheureux chercheurs de la quadrature du cercle. Ce fut seulement en 1882 que M. Lindemann démontra enfin rigoureusement que l'incommensurabilité de  $\pi$  est d'un degré infini ; c'est-à-dire, que  $\pi$  ne peut être la racine d'une équation algébrique quelconque à coefficients commensurables, ou, ce qui revient au même, qu'en additionnant ensemble autant que l'on voudra de puissances entières de  $\pi$ , multipliées même chacune par tels nombres commensurables que l'on voudra, il sera toujours impossible d'obtenir autre chose qu'un nombre incommensurable. La démonstration de M. Lindemann a paru dans les *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen*, Berlin 1882, n° 36.

Chose remarquable, le nombre  $e$ , qui est la base des logarithmes népériens, et qui, malgré tout l'intérêt qu'il offre aux mathématiciens, n'a pourtant pas été l'objet d'autant de travaux que le nombre  $\pi$ , a été plus tôt que celui-ci placé certainement en dehors des incommensurables de degré fini. C'est en 1873 que M. Hermite est arrivé le premier à faire cette importante démonstration ; et nous ajouterons, pour être juste envers ce membre éminent de notre Société scientifique de Bruxelles, que M. Lindemann n'a réussi pour le nombre  $\pi$  qu'en s'inspirant du travail fait par M. Hermite pour le nombre  $e$ .

Si nous ne craignons d'abuser de la patience du lecteur,

(1) *Éléments de géométrie*, note iv.

nous ajouterions encore plusieurs pages à ces renseignements purement arithmétiques. Nous avons cru utile de les lui donner pour le préparer à la question mixte, à la fois scientifique et philosophique, que nous devons traiter ; mais nous savons aussi qu'il faut se borner, et nous n'ajouterons que deux lignes pour consigner deux résultats curieux trouvés par le même M. Hermite. Ils sont contenus dans les deux égalités suivantes :

$$e^{\pi\sqrt{43}} = 884\,736\,743, 999\,777\,420\dots,$$

$$e^{\pi\sqrt{67}} = 147\,197\,952\,743, 999\,998\,662\,468\dots,$$

où l'on voit que, malgré l'incommensurabilité de tous leurs éléments, les quantités exprimées par les premiers membres sont à très peu près des nombres entiers ; la première est un entier à moins de 3 dix-millièmes près, la seconde à moins de 2 millièmes. Nous transcrivons simplement ces deux égalités sans les démontrer, et nous passons immédiatement à l'examen des difficultés que soulève la notion même du nombre incommensurable.

Supposons que nous sachions parfaitement former le concept d'un nombre commensurable quelconque, c'est-à-dire, des nombres entiers et des nombres fractionnaires ; comment parviendrons-nous à concevoir nettement tel ou tel nombre incommensurable, par exemple, le plus simple de tous, la racine carrée de 2 ? Nous savons que, si nous élevons au carré des nombres commensurables rangés par ordre de grandeur, ces carrés se rangeront également par ordre de grandeur, que, parmi ces carrés, il pourra s'en trouver d'inférieurs à 2 au commencement de la série, et de plus grands que 2 à la fin ; mais qu'aucun ne sera rigoureusement égal à 2. Ainsi nous trouverions la série

$$1 \quad 1,21 \quad 1,44 \quad 1,69 \quad 1,96 \quad 2,25 \quad 2,56 \quad 2,89 \quad 3,24 \quad 3,61$$

en élevant au carré les dix nombres commensurables

$$1 \quad 1,1 \quad 1,2 \quad 1,3 \quad 1,4 \quad 1,5 \quad 1,6 \quad 1,7 \quad 1,8 \quad 1,9;$$

Les cinq premiers carrés sont inférieurs à 2, les cinq autres lui sont supérieurs ; ou, en d'autres termes, 2 est compris entre les deux groupes. Au-dessous de ces deux groupes de carrés, nous trouvons les deux groupes correspondants des racines. Entre 1,4 la plus grande racine du premier groupe et 1,5 la plus petite du second, il y a une différence de 0,1 que l'on peut appeler la *distance* des deux groupes. Tout nombre commensurable compris entre 1,4 et 1,5 appartiendra nécessairement à l'un des deux groupes ; car son carré, plus grand que 1,96 et plus petit que 2,25, se placera entre ces deux derniers dans la rangée des carrés, et, comme il ne peut être égal à 2, il appartiendra à l'un des deux groupes de cette rangée. Par suite, le nombre lui-même appartiendra au groupe correspondant de la seconde rangée, et, placé comme il l'est entre les deux anciennes extrémités 1,4 et 1,5, il se substitue à l'une d'elles et diminue la distance des deux groupes. Nous pouvons, par de semblables interpolations, diminuer cette distance autant que nous le voudrons. Pour la rendre dix fois plus petite, il suffit d'insérer les neuf nombres

1,41 1,42 1,43 1,44 1,45 1,46 1,47 1,48 1,49 ;

deux de ces nombres formeront les extrémités voisines des deux groupes, et leur différence 0,01 sera la nouvelle distance, dix fois plus petite que l'ancienne. On peut répéter indéfiniment ces interpolations, en réduisant chaque fois la distance au dixième de sa valeur précédente. On peut donc trouver deux groupes de nombres commensurables, aussi rapprochés que l'on voudra, tels cependant que 2 soit compris entre les carrés des nombres du premier groupe et les carrés des nombres du second.

Des considérations semblables s'appliqueraient sans beaucoup de difficulté aux diverses espèces de nombres incommensurables dont nous avons parlé plus haut, non seulement aux racines carrées, cubiques, quatrièmes .... des nombres, mais encore aux valeurs des inconnues dans

les équations algébriques et même aux nombres qui, comme  $\pi$  et  $e$ , ont un degré infini d'incommensurabilité. On se demandera peut-être ce qu'elles peuvent bien laisser à désirer. En effet, elles permettent de calculer des nombres qui remplissent à peu près, et même d'une manière aussi approchée que l'on voudra, les conditions imposées aux nombres cherchés. Ainsi, dans l'exemple précédent, on peut trouver un nombre dont le carré est aussi voisin de 2 que l'on voudra. Il suffit pour cela de multiplier suffisamment les interpolations successives, et de prendre ensuite, pour ce nombre, soit le dernier du premier groupe, soit le premier du second, soit un nombre quelconque compris entre ces deux limites. Que peut-on demander de plus, quand on sait *à priori* que la racine carrée de 2 ne peut pas être écrite exactement, soit au moyen des fractions ordinaires, soit au moyen des fractions décimales ?

Il y a, nous en convenons, des mathématiciens distingués qui ont cru que cela suffisait. Ainsi Briot a donné la définition suivante : « Le nombre fractionnaire qui mesure une grandeur incommensurable avec une approximation aussi grande qu'on veut s'appelle un *nombre incommensurable* (1). » Et, pour qu'on ne se méprit pas sur son intention, il déclarait, deux pages plus loin, que « les nombres incommensurables ne sont autre chose que des nombres fractionnaires approchés. » Évidemment, dans sa définition, Briot n'entend pas parler d'un nombre fractionnaire complètement déterminé ; car alors il serait absurde de parler d'approximation aussi grande que l'on veut ; il parle d'un nombre variable entre certaines limites, auquel on peut successivement attribuer diverses valeurs suivant une certaine loi ; mais qui, dans tous ses états, est toujours commensurable. Eh bien, même avec ce commentaire, sa définition n'en doit pas moins être rejetée. Elle est commode, sans doute, à employer pour établir les règles du

(1) *Leçons d'algèbre*, deuxième partie, liv. 1er, chap. 1er.

calcul des incommensurables; car elle écarte pour ainsi dire à *priori* toutes les difficultés; mais elle est absolument insuffisante ailleurs. Il arrive souvent en mathématiques que l'on parle des véritables nombres incommensurables, considérés comme des valeurs absolument déterminées en elles-mêmes, bien qu'on ne puisse les écrire dans aucun système de numération. On ne peut alors leur substituer des nombres variables. Souvent même, en leur substituant des nombres commensurables, on enlève tout sens aux propositions, et l'on supprime du même coup de magnifiques théorèmes parfaitement démontrés. Que deviendraient, par exemple, avec la définition de Briot, la classification des nombres incommensurables suivant leur degré, et les théorèmes de MM. Lindemann et Hermite sur l'incommensurabilité des nombres  $\pi$  et  $e$ ? Si le nombre commensurable est le seul qui existe, ces propositions n'ont plus aucun sens.

Les mathématiciens sont donc tenus d'attribuer une certaine existence au nombre véritablement incommensurable. Cette existence peut-elle être regardée comme une création simplement subjective de l'esprit humain, ou faut-il la traiter comme absolument objective et indépendante de l'intelligence qui la conçoit? c'est ce que nous examinerons tout à l'heure; mais la supprimer complètement, comme le faisait Briot, refuser comme lui de reconnaître autre chose que des nombres commensurables, c'est ce qu'on ne peut faire en mathématiques sous peine de se contredire. Or, dans les considérations développées tout à l'heure à propos de la racine carrée de 2, il n'y a absolument rien qui permette d'affirmer cette existence. Nous y voyons bien que le nombre 2 est compris entre les deux groupes de la rangée des carrés; mais rien ne nous y montre que, soit dans l'intervalle correspondant de la rangée des racines, soit ailleurs, il y ait réellement quelque chose comme un nombre abstrait qu'on puisse appeler la racine carrée de 2. Tout ce que ces considérations incom-

plètes nous permettent de dire, c'est qu'un pareil nombre, s'il existe, n'est certainement pas commensurable.

Mais n'est-il pas facile de les compléter en disant : La racine carrée de 2 est la limite commune dont les deux groupes de la rangée des racines se rapprochent indéfiniment. En effet, puisque l'interpolation de nouveaux termes diminue indéfiniment la distance entre les deux groupes, c'est-à-dire la différence des deux termes qui forment leurs extrémités voisines, et que d'ailleurs ces deux groupes restent toujours parfaitement distincts, sans mélanger leurs termes, ne peut-on pas dire que ces deux termes extrêmes se rapprochent indéfiniment d'une valeur intermédiaire ; et comme en même temps leurs carrés se rapprochent indéfiniment de 2, ne peut-on pas dire que 2 est précisément le carré de cette valeur intermédiaire ?

Non, on ne le peut pas, sans établir d'abord autre chose, car cette assertion n'est pas autorisée par les considérations sur lesquelles on l'appuie. En effet, pour que les termes extrêmes puissent se rapprocher d'une valeur intermédiaire, il faut que cette valeur puisse être admise dans la rangée où ces termes se déplacent. Or cette rangée, composée exclusivement de nombres, est sans doute capable de contenir tous les nombres commensurables, parce que, le carré d'un nombre commensurable quelconque étant toujours ou plus grand ou plus petit que 2, ce nombre appartient nécessairement à l'un des deux groupes de la rangée des racines ; mais elle ne peut pas contenir autre chose. Quand nous l'avons constituée, nous étions censés ne connaître que le nombre commensurable ; et, logiquement, nous n'y pouvons pas supposer un seul nombre incommensurable, si nous la destinons à démontrer l'existence d'un pareil nombre. Ce serait supposer précisément ce qui est en question, ce serait faire un cercle vicieux. Il faudrait donc, pour que le raisonnement précèdent établît l'existence d'une valeur limite, que cette valeur limite fût un nombre commensurable. Or il est

évident qu'ici elle ne peut pas l'être, puisque aucun nombre de cette espèce n'est la racine carrée de 2.

Et pourtant l'esprit croit bien reconnaître une véritable valeur dans ces considérations insuffisantes. A en juger par l'impression qu'elles nous laissent, c'est un effort qui n'aboutit pas sans doute, mais il doit être dans la bonne direction, dans la direction de la vérité. Aussi, comme nous le disions plus haut, on ne conserve pour soi-même aucun doute sur l'existence du nombre incommensurable ; seulement, la difficulté commence quand on veut communiquer sa conviction. On se trouve alors dans le singulier embarras si spirituellement avoué par saint Augustin : *Si nemo ex me quærat, scio ; si quærenti explicare velim, nescio* (1). Et il n'est pas rare que, pour en sortir, on tombe dans le non-sens, et qu'en fin de compte on reste dans l'obscurité. C'est l'écueil ordinaire des discussions métaphysiques ; nous mettrons tous nos soins à l'éviter ; serons-nous plus heureux que nos prédécesseurs ? Nous avons cherché la lumière dans leurs travaux, nous ne l'avons pas toujours trouvée aussi complète que nous le désirions.

Les mathématiciens qui ont le mieux traité ce sujet se sont partagés en deux groupes. Les plus anciens attribuent en réalité au nombre incommensurable une existence objective, indépendante de l'esprit qui la conçoit ; les plus modernes font de ce nombre une création subjective de l'esprit humain.

Parmi les premiers, il faut surtout citer Duhamel, qui s'en est occupé à plusieurs reprises dans ses ouvrages, et qui a donné la dernière forme à ses idées dans son beau livre *Des méthodes dans les sciences de raisonnement* (2). Voici textuellement la partie la plus essentielle et la plus délicate de sa théorie :

(1) *Conf.* lib. XI.

(2) 2<sup>e</sup> partie. *Science des nombres*, ch. VII.

« Nous ferons ici une remarque applicable à toutes les questions sur les nombres. Elle consiste en ce que, quelle que soit la nature des opérations effectuées en vue de déterminer la valeur d'un nombre, si ces opérations ne s'arrêtent jamais et que les restes à évaluer après chacune d'elles soient mesurés avec des subdivisions de l'unité qui décroissent continuellement et puissent devenir moindres que toute valeur désignée, la recherche de ce nombre peut toujours être considérée comme identique avec celle qui aurait pour but la mesure d'une quantité concrète déterminée.

» En effet, si sur une ligne droite indéfinie nous portons à partir d'un de ses points un nombre entier ou fractionnaire d'unités de longueur égal au résultat de la première opération numérique ; qu'à la suite de cette longueur on en porte une autre, mesurée par le résultat numérique de la seconde opération, et ainsi de suite indéfiniment, la longueur totale à partir de l'origine fixe ira constamment en augmentant ; mais on peut à chaque opération assigner un point qu'elle ne pourra atteindre, et il suffira pour cela de lui ajouter une des subdivisions de l'unité qui se rapportent à cette opération. Or, l'extrémité de la longueur variable s'avancant toujours dans le même sens, et ne pouvant cependant jamais atteindre des points fixes assignables, tend nécessairement vers une position déterminée qu'elle n'atteindra jamais, puisqu'elle doit toujours être en mouvement, mais dont elle sera éloignée d'une quantité qui deviendra au-dessous de toute quantité donnée. La distance de l'origine à ce point limite est donc une quantité déterminée, dont l'évaluation au moyen de l'unité choisie conduirait identiquement aux mêmes résultats numériques successifs que les opérations purement abstraites auxquelles conduisait la question proposée.

» Toutes les exceptions et anomalies résultant du point de vue sous lequel nous avons jusqu'ici envisagé les nombres se résument donc dans ce simple énoncé :

» Lorsqu'une quantité concrète d'espèce quelconque

varie d'une manière continue, elle passe par une infinité de valeurs qui sont exprimables en nombres, et par une infinité d'autres qui ne le sont pas ; car, dès qu'il y en a une non exprimable, toutes ses subdivisions en parties égales, ainsi que leurs multiples, seront dans le même cas.

» Il est évident qu'on ne pouvait laisser subsister une pareille anomalie dans la science.

» C'est pour faire disparaître ces exceptions qu'on a donné une nouvelle extension à l'idée de nombre ; on n'a pas voulu que les seules grandeurs ayant une mesure commune avec l'unité fussent regardées comme exprimables en nombres ; et on a étendu cette dénomination à la *manière d'être relative*, au *rapport* de deux grandeurs quelconques, ayant ou n'ayant pas de mesure commune. »

On le voit, Duhamel, en substituant, à des nombres commensurables rangés par ordre de grandeur, des longueurs continues comptées sur une droite indéfinie, admet dans sa série autre chose que des grandeurs commensurables avec l'unité, et il peut ensuite logiquement parler de valeur limite, même quand cette valeur limite est une grandeur incommensurable.

Résumons rapidement la suite de sa théorie, mais surtout à notre point de vue et en d'autres termes que les siens.

Pour qu'il y ait égalité entre deux nombres incommensurables, il faut et il suffit que l'on puisse approcher indéfiniment de l'un et de l'autre par une même série de nombres commensurables.

Cette définition de l'égalité est indépendante de la loi suivie dans l'approximation. — La démonstration de cette proposition, que Duhamel avait déjà donnée à très peu près dans les mêmes termes, vingt ans auparavant, dans son *Cours d'analyse de l'École polytechnique*, est loin d'être claire et facile à comprendre ; mais elle est rigoureuse.

Les nombres incommensurables sont dits *plus grands* ou

*plus petits*, suivant que les grandeurs concrètes qu'ils exprimeraient à l'aide d'une même unité sont elles-mêmes plus grandes ou plus petites.

Leur somme est le nombre qui exprimerait, toujours avec la même unité, la somme de ces grandeurs.

Enfin il démontre ainsi qu'il suit que « les nombres incommensurables peuvent être considérés comme limites de nombres commensurables variables, croissant ou décroissant. »

« Considérons en effet, dit-il, le rapport de deux grandeurs qui n'ont pas de commune mesure. Partageons la première en un nombre indéfiniment croissant de parties égales, et portons-les dans la seconde autant de fois que possible, nous aurons une quantité commensurable avec la première et qui sera au-dessous de la seconde de moins qu'une partie ; de sorte qu'en en ajoutant une de plus, on aura une nouvelle quantité commensurable avec la première, et qui dépassera la seconde de moins qu'une partie entière. Cette dernière étant plus petite que l'une des deux quantités commensurables et plus grande que l'autre, son rapport avec la première sera, d'après nos définitions, plus grand que le premier rapport commensurable et plus petit que le second. Et comme ces deux rapports ne diffèrent l'un de l'autre que du rapport d'une subdivision de la première ligne à cette ligne même, leur différence deviendra moindre que tout nombre donné en augmentant suffisamment le nombre des subdivisions, et il en sera de même à plus forte raison de la différence qu'ils ont l'un et l'autre avec le rapport intermédiaire de la seconde à la première. Ce dernier est donc un nombre fixe, dont les nombres commensurables variables, plus petits ou plus grands, s'approchent de manière que la différence qu'ils ont avec lui peut devenir et rester au-dessous de toute grandeur. Donc, d'après la définition des limites, on peut dire que :

» *Tout nombre incommensurable peut être considéré*

comme la limite d'un nombre commensurable variable, plus petit ou plus grand que lui. »

Et c'est au moyen de ce théorème que Duhamel étend aux nombres incommensurables les règles de calcul démontrées pour les nombres commensurables.

A-t-on jugé que cette théorie manque de rigueur ou de clarté ? Toujours est-il que, depuis Duhamel, on a publié, surtout en Allemagne, d'assez nombreux travaux sur ce sujet difficile (1). Un membre distingué de la Société scientifique de Bruxelles, bien connu des lecteurs de cette revue, M. Paul Mansion, vient précisément de donner, dans son journal *Mathesis*, un article intitulé : *Définition d'un nombre incommensurable*, qui nous dispense de résumer ici ces travaux ; car il y expose fort clairement et en peu de mots la définition qui forme le trait essentiel et distinctif de la nouvelle théorie. Citons-le donc textuellement en ne soulignant que ce qu'il souligne.

« Lorsque, par un procédé quelconque, on parvient à distinguer tous les nombres commensurables en deux groupes, l'un de nombres  $a, a_1, a_2, \text{etc.}$ , plus petits, l'autre de nombres  $A, A_1, A_2, \text{etc.}$ , plus grands, sans qu'aucun nombre commensurable sépare ces deux groupes, on dit qu'ils sont séparés par un nombre *incommensurable*. Ce nombre incommensurable est défini par le procédé même qui sert à former les deux groupes.

» Ainsi, par exemple, on peut distinguer tous les

(1) Voir en particulier : E. Heine. *Die Elemente der Functionenlehre*, JOURNAL FÜR DIE REINE UND ANGEWANDTE MATHEMATIK, t. LXXIV, p. 172.

R. Dedekind. *Stetigkeit und irrationale Zahlen*. Braunschweig, 1872.

Lipschitz. *Grundlehren der Analysis*.

P. du Bois-Reymond. *Allgemeine Functionentheorie*.

Thomae. *Einleitung in die Theorie der bestimmten Integralen*.

Peano, dans *Calcolo differenziale e principii di calcolo integrale* (Angelo Genocchi), pubblicato con aggiunte del Dr Giuseppe Peano.

U. Dini. *Fondamenti per la teoria delle funzioni di variabili reali*, pp. 1-44.

nombres commensurables en deux groupes, l'un comprenant ceux dont le carré est inférieur à 2, l'autre ceux dont le carré est supérieur à 2. Ces deux groupes ne sont séparés par aucun nombre commensurable, mais on dit, *par convention*, qu'ils sont séparés par un nombre incommensurable, représenté par le symbole  $\sqrt{2}$ .

» D'après ce qui précède, les expressions suivantes sont donc équivalentes : 1° Les deux groupes ( $a, a_1, a_2, \text{etc.}$ ), ( $\Lambda, \Lambda_1, \Lambda_2, \text{etc.}$ ), ne sont séparés par aucun nombre commensurable, et 2° Les deux groupes sont séparés par un nombre incommensurable  $\alpha$  (1). »

Cette définition, on le voit, est indépendante de la considération explicite des grandeurs concrètes capables de varier d'une façon continue. Pour l'établir, on ne parle que des nombres abstraits, et on ne suppose connus au départ que les seuls nombres commensurables. Bien que M. Mansion, à la suite des auteurs dont il expose la théorie, ne néglige pas de représenter les opérations par les variations d'une longueur comptée sur une droite, il a soin de nous en avertir, la théorie prétend se passer de cette considération. « Nous n'introduisons ici, dit-il, une représentation géométrique que subsidiairement ; elle ne nous est pas indispensable. » Mais, en revanche, il doit reconnaître que son nombre incommensurable n'existe que par une pure création de notre esprit : « Ces deux groupes ne sont séparés par aucun nombre commensurable ; mais on dit, *par convention*, qu'ils sont séparés par un nombre incommensurable. » Ce nombre n'a donc, pour lui, qu'une existence subjective, à peu près comme les imaginaires de l'algèbre. Aussi, on ne peut lui reconnaître aucune propriété intrinsèque indépendante de notre esprit ; il faut lui en accorder par convention. Seulement, cette convention ne se fera pas au hasard ; elle sera, comme pour les propriétés accordées aux imaginaires, déterminée par l'usage pratique que l'on veut faire de cette création

(1) *Mathesis*, 1885, p. 52.

subjective. Elle n'en sera pas moins fondée sur l'arbitraire. Aussi, M. Mansion, avant d'établir les règles du calcul des incommensurables, commence par formuler comme suit la règle fondamentale :

« En général, on étend *par convention* aux nombres incommensurables les propositions obtenues *par démonstration* pour les nombres commensurables, chaque fois que la définition purement négative des nombres incommensurables ne suffit pas pour établir ces propositions. »

Ajoutons une conséquence que M. Mansion ne signale pas. Les théorèmes auxquels on arrivera par ces conventions pourront n'avoir rien de conventionnel, quand ils auront pour objet exclusif les nombres commensurables. C'est ainsi qu'on arrive par l'emploi des imaginaires à des théorèmes parfaitement objectifs, indépendants de tout arbitraire, sur les quantités réelles. Mais, si la théorie nouvelle est l'expression de la vérité, les théorèmes qui auront pour objet les nombres incommensurables n'établiront, au fond, que des propriétés conventionnelles de ces nombres, puisque ces nombres eux-mêmes n'existent que par convention. Tel serait le cas, par exemple, des théorèmes de MM. Lindemann et Hermite sur l'incommensurabilité de  $\pi$  et de  $e$ . Cette remarque, sans doute, n'en détruit pas complètement la valeur ; mais, à notre avis, elle en change notablement la portée.

Les mathématiciens actuels se partagent entre les deux théories ; il en est même qui essaient de les concilier. Les philosophes doivent conclure de là que ni l'une ni l'autre n'est parfaite ; car, en mathématiques du moins, ce qui est à la fois rigoureux et clair s'impose à tous les initiés, et il ne lui faut pas longtemps pour s'établir définitivement dans la science. Mais les philosophes, s'arrêtant à cette conclusion, doivent-ils ensuite se croiser les bras en attendant que les mathématiciens se soient mis d'accord ? Nous ne le pensons pas ; il s'agit ici d'une

question mixte, qui non seulement intéresse les uns et les autres, mais qui leur appartient également. Il s'agit de la nature même du nombre abstrait, qui, comme celle du temps et de l'espace, relève de la métaphysique au moins autant que des mathématiques. Ces trois choses abstraites, le nombre, le temps, l'espace, malgré leurs différences essentielles, ont de multiples ressemblances. On peut souvent appliquer à toutes trois les mêmes considérations ; d'autres fois on y arrive à l'aide de fort légers changements. En revanche, chacune d'elles offre des facilités particulières. L'espace, par exemple, apporte souvent à l'intelligence le concours et le soutien de l'imagination ; le temps est comme un espace moins compliqué qui n'aurait qu'une seule dimension ; le nombre s'abstrait plus aisément que le temps et l'espace, et, par suite, offre moins de prise à l'illusion. Il en résulte que leur étude simultanée permet souvent d'éclairer les recherches par l'analogie et de contrôler les découvertes. Toutes trois, du reste, nous le répétons, appartiennent à la fois à la métaphysique et aux mathématiques ; et cependant, chose remarquable, chacune de ces deux sciences semble n'en vouloir étudier que deux. L'une et l'autre s'occupent longuement de l'espace ; mais les mathématiciens, qui emploient le temps en mécanique, n'en font nulle part l'objet d'une étude spéciale et approfondie ; et de leur côté les métaphysiciens ne disent à peu près rien de la nature du nombre. Ajoutons que le divorce, beaucoup trop complet, de ces deux sciences est probablement la cause des imperfections que l'on constate dans leurs parties communes. Si la géométrie élémentaire offre encore aujourd'hui d'importantes lacunes, c'est peut-être parce que les mathématiciens seuls ont essayé de les combler.

Quoi qu'il en soit, il nous semble qu'un philosophe peut élever plus d'une critique contre la définition empruntée par nous à M. Mansion. Il y a d'abord le parti pris d'exclure la considération des grandeurs concrètes. Évi-

demment les partisans de cette définition regardent une pareille exclusion, non comme un défaut, mais comme une qualité. Il leur paraît plus logique de rester strictement dans le domaine des nombres abstraits pour définir d'abord le nombre incommensurable abstrait, et de ne joindre qu'ensuite à cette idée abstraite un second élément, l'unité de grandeur, pour constituer l'idée d'une grandeur incommensurable concrète. Ils vont ainsi du simple au composé, et c'est là, à leurs yeux, une marche plus rationnelle que la marche inverse, suivie en réalité par Duhamel. Cette supériorité logique, nous le montrerons plus loin, est plus apparente que réelle ; mais elle leur paraît un avantage assez considérable pour compenser le grave inconvénient qu'elle entraîne, de réduire le nombre incommensurable à n'avoir qu'une existence et des propriétés de convention comme les imaginaires.

Leur appréciation est, à notre avis, fondée sur une erreur de psychologie, à savoir que, toujours et sans exception, la marche rationnelle de l'intelligence humaine, dans la formation de ses concepts, doit être du simple au composé. Sans doute, quand une science de raisonnement a dépassé ses débuts, quand toutes ses idées élémentaires et fondamentales ont été précisées, c'est en les réunissant dans des concepts composés que l'on arrive aux développements ultérieurs ; c'est ainsi que l'on avance ; mais ce n'est pas ainsi qu'il faut partir. La marche rationnelle va du facile au difficile, du connu à l'inconnu. Or, la plupart des idées simples qu'il faut préciser au début d'une science sont plus difficiles à former nettement et nous sont moins familières que beaucoup d'idées composées, parce que, celles-ci, nous les formons spontanément dans l'expérience quotidienne des phénomènes matériels, tandis que le plus souvent les autres sont le produit laborieux de l'abstraction. Qu'on veuille bien nous permettre une comparaison qui se présente d'elle-même. La chimie a découvert jusqu'ici environ soixante-dix corps simples, qui forment

par leurs combinaisons tous les corps solides, liquides et gazeux qui nous entourent. Ces corps simples se présentent-ils d'eux-mêmes à notre portée? Non, les corps que nous trouvons pour ainsi dire sans travail dans la nature sont en général des corps composés. Un très petit nombre de corps simples, presque tous appartenant à la classe des métaux rares et précieux, se rencontrent isolés à la surface de notre planète. Pour isoler les autres, il faut appliquer le travail de l'analyse aux corps composés que nous avons sous la main. Ils ne se trouvent pas tout faits, nous ne pouvons pas les fabriquer, il faut les extraire. Nous pouvons ensuite les combiner de nouveau et obtenir non seulement la reconstitution des corps qui nous les ont fournis, mais une foule de corps inconnus auparavant. Cette comparaison s'applique d'elle-même. Les idées de corps et de mouvement, par exemple, sont des idées composées que nous formons continuellement avec exactitude et sans le moindre effort. C'est seulement en les analysant que nous parvenons à isoler, à concevoir séparément leurs éléments, tels que les idées de position, de figure, d'espace, de dimensions, de vitesse, de temps, etc. Il y a sans doute quelques idées simples qui se présentent à nous directement : telle est en particulier celle qui, pour chacun de nous, correspond au mot *moi* ; telles sont les idées d'existence, de causalité, etc. Mais, pour la plupart, les idées élémentaires doivent être isolées par l'analyse d'idées plus complexes et plus faciles à former. Cette opération intellectuelle porte un nom qui rappelle l'extraction chimique des corps simples ; elle se nomme abstraction. Elle peut être, suivant les cas, plus ou moins difficile ; toujours cependant elle implique un travail.

Si telle est réellement la méthode naturelle que nous suivons dans la formation de nos concepts, on voit immédiatement que, dans le cas du nombre incommensurable, le désir d'exclure la considération préalable du nombre concret, loin d'être nécessairement un hommage aux lois

de la logique, pourrait bien n'être qu'une révolte contre celles de psychologie. Un nombre concret, en effet, est toujours plus facile à concevoir que le nombre abstrait correspondant, et le concept de celui-ci ne se forme que par abstraction au moyen du premier. Même après avoir opéré cette abstraction, on trouve souvent commode, dans les raisonnements, de revenir au concept antérieur, moins simple mais plus facile. Cela se voit jusque dans le cas des nombres entiers. Le nombre entier est tout ce qu'il y a de plus facile à abstraire, et pourtant, dans les premières pages des traités d'arithmétique, quand on veut établir certaines propriétés importantes fondées sur la nature même du nombre, c'est au nombre concret que souvent l'on a recours. Ainsi, pour démontrer l'égalité  $mn = nm$ , on substitue, dans chaque membre, au nombre abstrait appelé multiplicande, un nombre égal d'objets rangés d'une certaine façon, c'est-à-dire, en réalité, un nombre concret. Quant au nombre fractionnaire, nous allons voir qu'il n'y a vraiment pas d'autre moyen d'en former le concept général que de recourir à la considération de grandeurs concrètes, et il s'ensuivra que, *à fortiori*, cette considération doit être maintenue pour arriver au nombre incommensurable ; mais remarquons d'abord qu'il en résulte une seconde critique contre la nouvelle théorie.

Cette seconde critique, nous l'avons déjà indiquée en passant, c'est que l'exclusion des grandeurs concrètes n'est qu'apparente dans cette théorie, et qu'en réalité, malgré l'intention des auteurs, l'idée de pareilles grandeurs est absolument indispensable pour comprendre leur définition. Nous ne leur adresserions pas ce reproche si leurs deux groupes de nombres abstraits  $a, a_1, a_2, \dots, A, A_1, A_2, \dots$ , n'étaient composés que de nombres entiers. Le nombre entier diffère tellement des autres qu'on pourrait, à certains égards, lui attribuer deux natures distinctes : une qui lui serait propre, l'autre qui lui serait commune avec

les autres nombres. Grâce à la première, les noms des nombres entiers s'associent pour former des nombres concrets avec des substantifs qui représentent des unités indivisibles ou, du moins, regardées comme n'étant pas divisibles en parties de même espèce que le tout. C'est ainsi que l'on dit : les 2 yeux, les 3 vertus théologales, les 4 points cardinaux, les 5 sens, les 6 faces d'un cube, les 7 sages de la Grèce, les 8 béatitudes, les 9 muses, les 10 commandements. Les nombres fractionnaires et les nombres incommensurables sont radicalement incapables de pareilles unités ; des expressions comme  $\frac{2}{5}$  d'homme,  $\frac{7}{3}$  de théorèmes,  $\pi$  individus n'ont absolument aucun sens. On ne peut joindre de tels nombres qu'avec des unités divisibles en parties égales et de même espèce, par exemple, avec des mètres, des heures, des kilogrammes, des degrés de température, etc., c'est-à-dire avec des unités de grandeur ; et le nombre concret qui résulte de cette union est toujours et nécessairement une grandeur concrète. Le nombre entier peut, lui aussi, se joindre avec ces mêmes unités ; 2 mètres, 3 heures, 4 kilogrammes sont des noms de grandeurs parfaitement intelligibles. C'est pour cela que nous lui avons attribué, outre des propriétés naturelles qui lui appartiennent exclusivement, d'autres propriétés également naturelles, qu'il partage avec les autres nombres. Cependant, chacune de ces deux natures suffirait séparément pour nous faire connaître et abstraire tous les nombres entiers ; et voilà pourquoi notre second reproche n'atteindrait pas la nouvelle définition, si les nombres qu'elle considère étaient exclusivement des entiers. Mais tel n'est pas le cas ; elle suppose nécessairement que l'on sache former le concept de nombres commensurables, et même de tous les nombres commensurables. Or, il est absolument impossible de former ce concept général, c'est-à-dire de concevoir le sens du symbole  $\frac{m}{n}$  dans lequel  $m$  et  $n$  représentent des nombres entiers quelconques, où, par conséquent, le nombre abstrait  $m$

n'est pas, en général, exactement divisible par  $n$ , sans considérer des grandeurs capables d'être divisées en un nombre entier quelconque  $n$  de parties égales. Il s'ensuit que la considération de pareilles grandeurs n'est absente qu'en apparence de la définition que nous critiquons ; elle s'y trouve en réalité dans le concept des nombres abstraits commensurables que l'on y distribue en deux groupes. La prétention de l'exclure, contraire aux lois de notre entendement, a donc complètement échoué, malgré la grande habileté de ses partisans ; nous sommes bien tenté d'en conclure qu'elle est intrinsèquement et essentiellement incapable de réussir.

Ces critiques atteignent le fond même de la nouvelle théorie et nous empêchent de l'admettre ; et pourtant nous disions au début de cet article qu'en arithmétique élémentaire, le défaut des parties imparfaites est plutôt dans la forme que dans le fond, que ce qui leur manque surtout c'est la netteté. Nous ne craignons pas de le répéter en cet endroit ; car, en parlant ainsi, nous pensions surtout à la théorie des nombres incommensurables telle que Duhamel l'a exposée. Elle nous paraît juste et vraie pour le fond ; mais on pourrait lui reprocher de ne pas laisser dans l'esprit ce qu'un philosophe devrait surtout y rechercher, une notion nette et précise de la nature du nombre. Puisque nous écrivons ici plutôt pour les philosophes que pour les mathématiciens, il est naturel que nous désirions contribuer à combler cette lacune ; qu'on veuille bien excuser la présomption qui nous porte à l'essayer.

Commençons par isoler nettement le concept de ce que nous appellerons une *série linéaire continue*.

Nous connaissons de nombreux exemples de pareilles séries, et il suffira d'en considérer quelques-uns pour en abstraire le concept général et déterminer leurs propriétés. Dans un intervalle de temps nous pouvons distinguer au-

tant d'instants que nous voulons ; ces instants forment les termes d'une *série*, parce que leur succession est une propriété qui nous permet de les ranger tous dans un *ordre* naturel. On en doit dire autant des positions successives que nous pouvons distinguer en tel nombre qu'il nous plaira dans le déplacement d'un corps. De même encore, divers points situés sur un simple segment de ligne peuvent être considérés comme les termes d'une série, parce qu'on les rencontre nécessairement dans un certain ordre qui n'a rien d'arbitraire, quand on parcourt la ligne dans un sens déterminé.

En disant que ces mêmes exemples sont des cas de séries *linéaires*, nous exprimons qu'on ne peut en parcourir les termes dans un ordre naturel qu'en *deux sens opposés*. Ces deux sens peuvent être caractérisés de diverses façons, et particulièrement en disant que dans l'un on va toujours d'un terme antérieur à un terme postérieur, et que dans l'autre on va toujours d'un terme postérieur à un antérieur. Ces deux adjectifs, *antérieur* et *postérieur*, se prêtent aisément à désigner, dans tous les cas, l'ordre relatif de deux termes quelconques d'une même série linéaire.

Si, au lieu de déterminer arbitrairement dans l'intervalle de temps, dans la suite des positions du corps, dans le segment de ligne, un nombre fini de termes, on considérerait l'ensemble des termes déterminables, c'est-à-dire tous les instants, toutes les positions, tous les points qu'il serait possible de distinguer, ces séries deviendraient des séries linéaires *continues*. On reconnaît sans peine les remarquables propriétés de pareilles séries. Bornons-nous ici aux suivantes : *Entre* deux termes réellement différents, c'est-à-dire postérieurement au premier et antérieurement au second, on peut toujours trouver dans la série autant d'intermédiaires que l'on voudra : un terme quelconque différent des deux extrêmes coupe la série en deux parties, que nous appellerons des *groupes*, l'une toute composée de ter-

mes antérieurs au terme donné, l'autre de termes postérieurs. Un terme quelconque du premier groupe est antérieur à un terme quelconque du second, et *vice versa*. Il y a pourtant un correctif à cette règle. Le dernier des antérieurs et le premier des postérieurs sont identiques avec le terme qui sépare les deux groupes, et par suite ils sont identiques entre eux. De quelque façon que l'on partage la série en deux groupes qui la reproduisent exactement par leur réunion, les deux groupes auront toujours un terme commun, qui sera leur *limite* commune. Il va sans dire que le mot *limite* s'emploie ici uniquement dans le sens général de frontière, et non dans le sens de limite de quantités variables, sens restreint qu'il a ordinairement en mathématiques. Les exemples choisis montrent suffisamment que les termes des séries linéaires continues peuvent être autre chose que ce qu'on appelle en mathématiques des variables : des instants, des positions, des points ne sont pas des quantités. Ce terme-limite pourra toujours être considéré comme le dernier du premier groupe ou le premier du second ; car il est en réalité identique avec chacun de ces termes.

Un second concept général, qui n'est guère plus difficile à former, est celui de grandeurs susceptibles de se ranger en séries linéaires continues. Employons encore le même procédé, qui consiste à considérer des exemples particuliers faciles à concevoir et à dégager ensuite par l'abstraction leurs caractères généraux. Ici nous éprouvons d'abord l'embarras du choix, tant sont nombreuses les grandeurs de cette catégorie. Tels sont les intervalles de temps dont l'instant initial est fixe tandis que l'instant final parcourt un autre intervalle ; les segments comptés sur une droite entre un point fixe et les diverses positions d'un point mobile qui parcourt la droite ; les volumes et les poids successifs d'un corps variable, par exemple, d'une masse d'eau qui diminue sans cesse par l'évaporation ; les quantités

de chaleur contenues à chaque instant dans un corps dont la température s'élève ; les vitesses successives dans la chute des corps, etc. Ce sont là des séries linéaires continues de grandeurs. On peut donc leur appliquer les propositions du paragraphe précédent ; on peut même, dans ces propositions, introduire un changement qui les approprie à tous et aux seuls cas des grandeurs, en substituant aux deux adjectifs *antérieur* et *postérieur* les deux comparatifs spécifiques *plus grand* et *plus petit*. On voit sans peine ce qu'elles deviennent alors ; signalons seulement celles-ci : Une série continue de grandeurs peut toujours se partager en deux groupes. Tout terme du premier groupe est plus petit que tout terme du second, et *vice versa*, et entre les deux groupes il y a toujours une grandeur, limite commune, identique avec la plus grande des plus petites et avec la plus petite des plus grandes. Le plus petit terme possible d'une pareille série est ce qu'on appelle une grandeur *nulle* ou égale à zéro ; et l'on conçoit sans peine des séries indéfiniment croissantes, n'ayant pas de terme maximum. Quand deux grandeurs sont comparables, ou sont comme on dit de même espèce, on trouve que, si elles ne sont pas égales, la première est nécessairement ou plus grande ou plus petite que la seconde. Il s'ensuit que toute grandeur comprise entre deux termes d'une série continue, c'est-à-dire plus grande que l'un et plus petite que l'autre, fait elle-même partie de cette série. En effet, supposons qu'on parcoure la série en allant du terme plus petit au plus grand ; on passera d'abord en vertu de la continuité par un groupe de termes plus petits que la grandeur proposée, et ensuite par un groupe de termes plus grands qu'elle. Cela ne peut se faire, toujours en vertu de la continuité, qu'en passant par un terme exactement égal qui est la limite commune des deux groupes. Ce terme égal représente dans la série la grandeur proposée. Une série continue et sans terme maximum renferme donc toutes les grandeurs possibles de la même espèce.

Grâce à ce nouveau concept ainsi généralisé, on reconnaît sans peine les vérités suivantes : Toute grandeur, terme d'une série continue, est essentiellement divisible en parties qui sont elles-mêmes de pareils termes, et, par suite, elle est indéfiniment divisible. Une première grandeur étant divisée en parties, si une autre grandeur peut être exactement divisée en parties respectivement identiques avec les précédentes, on dit que ces deux grandeurs sont égales ou, en d'autres termes, que les deux objets auxquels elles appartiennent sont égaux sous le rapport de la grandeur, malgré les différences qui peuvent subsister entre eux sous d'autres rapports. Ainsi, par exemple, si l'on partage un corps en parties, de quelque manière qu'on réunisse ensuite ces parties, le volume et le poids du tout resteront inaltérés, bien que sa figure et sa position ne soient plus les mêmes. C'est pour séparer nettement la grandeur des autres propriétés qu'on a introduit en géométrie le mot d'équivalence, qui signifie l'égalité sous le seul rapport de la grandeur. En appliquant cette remarque à la définition suivante du mot *somme* : *Une grandeur est la somme de ses parties*, on voit que la *somme* est essentiellement indépendante de l'ordre dans lequel on fait l'*addition* de ses parties. Tout terme plus grand peut être considéré comme la somme d'un terme plus petit quelconque et d'un autre terme convenable, lequel sera nécessairement aussi un terme plus petit et s'appellera la *différence* entre les deux premiers.

Il est aisé de voir maintenant que, dans le cas de grandeurs, tout terme-limite qui partage exactement la série continue en deux groupes peut recevoir le nom de limite dans le sens même où il est communément employé en mathématiques, et que la grandeur variable qui converge vers lui peut s'en approcher indéfiniment soit par une variation continue, soit par des différences finies de plus en plus petites. Ces deux espèces de convergences peuvent également se produire dans chacun des deux groupes. En

effet, on peut concevoir qu'un terme du premier groupe croisse d'une manière continue, et, quoique restant toujours plus petit, réduise sa différence à une valeur plus petite que toute grandeur assignée, ou bien qu'un terme du second groupe décroisse d'une manière continue et, quoique restant toujours plus grand que le terme-limite, puisse également en différer d'aussi peu que l'on voudra; et l'on peut aussi concevoir qu'on ajoute indéfiniment à un terme plus petit, ou qu'on retranche indéfiniment d'un terme plus grand une partie de leur différence avec le terme-limite, et qu'on puisse ainsi faire descendre cette différence au-dessous de toute grandeur donnée. Toutes ces opérations ont un sens d'après ce qui précède, et elles sont évidemment possibles.

Il nous reste à former un troisième concept général, savoir le concept le plus général du *nombre*, en vue duquel nous avons formé les deux précédents. Établissons d'abord la proposition suivante : Si, dans une série continue de grandeurs, on choisit arbitrairement un terme quelconque, on peut toujours, au moyen du concept de cette grandeur unique qu'on appelle l'*unité* de cette série, former le concept exact d'un autre terme quelconque de la même série. En effet, 1° si le terme à concevoir est une grandeur commensurable avec l'unité choisie, il suffit évidemment de joindre au concept de cette unité celui d'un certain nombre commensurable  $\frac{m}{n}$ ; car on exprime ainsi que, après avoir divisé l'unité en  $n$  parties égales, il suffit de faire la somme de  $m$  grandeurs égales chacune à une de ces parties pour constituer le terme proposé. On forme donc ainsi le concept de ce terme au moyen de l'unité choisie. 2° Si le terme à concevoir est une grandeur incommensurable, il est aisé de voir qu'il est la *limite* d'un terme commensurable plus petit et croissant, et aussi d'un terme commensurable plus grand et décroissant. En effet, si l'on ajoute ou si l'on retranche à un terme commensurable une des parties

de l'unité divisée en parties égales suffisamment nombreuses, on produit un nouveau terme commensurable dont la différence avec le premier est aussi petite que l'on veut. On peut donc, tout en conservant un terme dans la catégorie des commensurables plus petits, le faire indéfiniment converger en croissant vers le terme incommensurable proposé, ou faire indéfiniment converger vers le même terme, mais en décroissant, un terme qui reste toujours dans la catégorie des commensurables plus grands ; car la différence de chacun d'eux avec le terme proposé, qui leur est toujours intermédiaire, est plus petite que leur différence réciproque, et celle-ci est aussi petite que l'on veut. Si donc on donne le caractère général de tout terme commensurable plus petit, ou celui de tout terme commensurable plus grand, le terme proposé sera, par cela même, exactement défini et subjectivement déterminé. Son concept sera donc formé au moyen du concept des termes commensurables, et par conséquent, d'après ce qui précède, au moyen de l'unité choisie.

Cette unité, qui permet ainsi de concevoir toutes les grandeurs d'une série continue, ne change pas seulement avec l'espèce de grandeur, c'est-à-dire de série à série ; mais, dans une même série, on peut encore la choisir, la déterminer arbitrairement. Elle a donc des caractères spécifiques et des caractères individuels. Si, par l'abstraction, on la dépouille des uns et des autres, il ne lui restera plus que la propriété générale d'être une unité de grandeur. Par cette abstraction, tous les autres termes, supposés exprimés au moyen de l'unité, se généralisent en même temps qu'elle. La série reste continue, puisqu'elle ne perd aucun terme ; mais que représentent maintenant ses termes généralisés ? Chacun d'eux est un élément auquel il suffit de joindre les caractères spécifiques et individuels d'une unité de grandeur concrète, pour reconstituer une autre grandeur concrète de même espèce ; en d'autres termes, chacun d'eux est un nombre. Ce sera un nombre commen-

surable ou un nombre incommensurable, suivant que la grandeur concrète exprimée par lui aura ou n'aura pas de commune mesure avec son unité. Le nombre, dans le sens le plus général du mot, est donc une grandeur formant série continue, dont l'unité n'a aucun caractère spécifique et ne reçoit aucun caractère arbitraire qui l'individualise. Cette unité n'a que le caractère général essentiel à toute unité de grandeur ; elle est purement et simplement l'unité.

On voit que tout nombre, commensurable ou incommensurable, formant un élément dans le concept de grandeurs dont l'existence est objective, a lui-même une existence objective et des propriétés naturelles qui ne dépendent aucunement de nos conventions. L'existence du nombre incommensurable étant ainsi connue *à priori*, rien ne s'oppose à ce qu'on le définisse, de même que les autres grandeurs incommensurables, comme étant la limite de nombres commensurables variables.

Cette définition permet d'établir aisément les règles du calcul de cette espèce de nombres, comme l'a fait Duhamel ; pourvu que l'on sache bien ce que signifient, même dans le cas des incommensurables, les quatre opérations fondamentales, ou plutôt, les deux opérations d'addition et de multiplication dont la soustraction et la division ne sont que les inverses. Or cette signification ressort des deux formules générales suivantes :

Additionner deux ou plusieurs nombres, c'est trouver le nombre correspondant à la grandeur concrète qui est la somme des grandeurs de même espèce correspondant aux nombres donnés.

Multiplier par un nombre c'est, dans le concept du multiplicateur, remplacer l'unité par le multiplicande.

Si nous écrivions un traité d'arithmétique, nous devrions développer ici bien des choses que nous indiquons à peine en passant ; mais nous n'avons voulu écrire cet article que

pour les philosophes ; notre but était surtout de dégager pour eux la notion générale du nombre, et par là d'éclairer la région de l'arithmétique encore obscurcie à leurs yeux par le nombre incommensurable. En nous arrêtant ici, sans être bien sûr d'avoir réussi, nous sollicitons l'indulgence du lecteur, qui voudra bien nous tenir compte de la difficulté du sujet et de notre bonne volonté.

IGN. CARBONNELLE S. J.

---

# LA CONSERVATION

DE

# L'ÉNERGIE SOLAIRE <sup>(1)</sup>

---

Voici une question dont l'importance, au point de vue de l'humanité, ne peut certes être contestée par personne. Ce Soleil, radieux ornement de la voûte céleste, source de la lumière et de la chaleur qui vivifient notre globe, principe de tous les mouvements qui se produisent autour de nous et en nous, réservoir de la force que nous consommons incessamment, où est l'origine de sa puissance calorifique ? Quelle est la raison de sa merveilleuse constance ? Tandis que, sur la terre, les foyers lumineux et calorifiques s'épuisent rapidement, réclament une alimentation continue sous peine de s'affaiblir et de s'éteindre, rien de semblable n'apparaît dans le Soleil. Toujours également éclatant, il verse dans l'espace, sans s'épuiser, des torrents de chaleur dont nous pouvons à peine mesurer l'intensité, et pourtant aucune source extérieure visible ne vient réparer les pertes qu'il subit incessamment.

(1) W. Siemens : *Die Erhaltung der Sonnen Energie*, 1884. — H. Faye : *De l'origine du monde*, 1884. — W. Thomson : *Treatise on natural philosophy*, 1883.

Tel est le problème que la science, depuis une trentaine d'années, s'est attachée à résoudre, et sur lequel l'accord est très loin d'exister. Je ne parle pas seulement des opinions successives qui se sont fait jour sur cet intéressant sujet ; aujourd'hui même, après tous les progrès de l'observation et tous les raffinements de la théorie, il existe de telles discordances sur certains chiffres essentiels, de telles discussions sur les explications mises en avant, qu'on pourrait craindre, en les exposant, de provoquer chez les lecteurs le scepticisme ironique qu'excitent parfois les mécomptes de la science et les contestations des savants. Tel n'est pas mon but, cependant. Si le sort de certaines théories, tour à tour exaltées et répudiées, est fait pour inspirer aux auteurs plus de réserve et plus de modestie, on voit cependant, à travers ces fluctuations et ces reculs, l'esprit humain marcher à la conquête des grands secrets de la nature. Dans ses efforts pour atteindre la vérité, il rappelle les allures de ces météores qui, suivant la théorie de Mayer exposée plus loin, subissent l'attraction du Soleil. Ils s'en rapprochent avec une rapidité croissante, et au moment où, croirait-on, ils vont l'atteindre, ils le dépassent et s'en éloignent tout aussi vite jusqu'à une grande distance ; mais la même tendance mystérieuse les ramène vers lui, jusqu'à ce que les spires de plus en plus resserrées qu'ils décrivent les amènent à tomber dans le foyer même qui les sollicite.

## I

Le fait d'une constance sensible dans la radiation solaire est parfaitement établi. L'intensité de cette radiation est si intimement liée à la vie des végétaux et à leur distribution géographique, qu'une variation, même faible, de cette intensité, y produirait des perturbations profondes que rien n'accuse depuis les temps historiques. Les zones de l'oranger, de l'olivier, du palmier ont gardé leurs

anciennes délimitations, et si celle de la viticulture en France paraît avoir légèrement fléchi vers le sud, il est plus que probable que des modifications climatiques locales, un déplacement du *Gulfstream*, et des brouillards plus abondants sont surtout responsables de ce mouvement de recul. L'existence incontestable, aux temps préhistoriques, d'une période pendant laquelle le développement des glaciers était bien supérieur à ce qu'il est aujourd'hui, semblerait même plaider en faveur d'un accroissement de l'activité calorifique du Soleil à l'époque actuelle.

Mais, si l'on est d'accord sur ce point, l'accord cesse dès qu'il s'agit d'expliquer ce grand fait. Pour la science de l'antiquité et des siècles qui ont précédé Galilée, le problème était fort simple, ou plutôt il était supprimé. Voyant sur la terre toutes choses soumises au changement, à la génération, à la corruption, à la mort, tandis que dans les cieux tout paraît immuable et éternel, et prenant pour mesure de la durée des choses celle de leur propre existence, les anciens philosophes ont cru que cette immutabilité des cieux est indéfinie, qu'elle tient à leur essence même. La sphère céleste a toujours présenté les mêmes phénomènes, les astres suivi le même cours, le Soleil distribué la même lumière et la même chaleur, parce que leur essence est d'une nature supérieure, immuable et incorruptible, douée en soi de chaleur et de lumière. Il ne faut rien demander de plus à la science antique.

Mais, au début du xvii<sup>e</sup> siècle, par l'apparition d'étoiles nouvelles, surtout par la découverte des taches du Soleil que l'invention des lunettes révèle à Fabricius, à Galilée et à Scheiner, le dogme de l'incorruptibilité des cieux subit une atteinte formidable. Des altérations et des taches dans l'astre qui représente essentiellement l'immutabilité et la splendeur ! On juge quel bouleversement dans les idées, à quelles subtilités les péripatéticiens eurent recours pour faire cadrer ces faits indubitables avec la doctrine du Maître ! Quand le P. Scheiner confiait au P. Budée, son

provincial, ses observations des taches du Soleil et de leurs variations : « Je n'ai rien vu de pareil dans Aristote, lui dit le bon Père ; ces taches-là doivent se trouver dans vos yeux ou dans vos lunettes ! » Je ne jurerais pas qu'en considérant les taches comme dues au passage d'astéroïdes circulant autour du Soleil, le P. Scheiner n'ait pas cédé à un secret désir de rester en bons termes avec la scolastique. Au reste, en dépit de découvertes plus décisives, quelque chose de ces idées sur la pérennité du Soleil persiste dans la science jusqu'à une époque toute récente : le système d'Herschel, dont je parlerai tout à l'heure, en est fortement imprégné.

En attendant, le problème de l'origine et de la conservation de la chaleur solaire n'inquiétait guère les astronomes. Newton seul, lors du passage d'une comète dans le voisinage du Soleil, suggéra l'idée que ces astres pouvaient servir à l'alimentation de sa chaleur : les comètes tombent de temps en temps sur le Soleil et fournissent le combustible nécessaire à l'entretien de cet immense foyer. Cette hypothèse, qui regarde la matière des comètes comme propre à alimenter la combustion, qui suppose un fait dont la réalité n'a pas été démontrée, savoir, la chute d'une comète sur le Soleil ; qui ne mérite plus d'être examinée, aujourd'hui que l'infime petitesse de la masse des comètes est connue, a pourtant un air de parenté avec une théorie toute moderne et bien plus plausible, celle de Mayer, et lui a peut-être servi de point de départ. Dans sa *Théorie de la formation des planètes*, Buffon semble aussi adopter l'idée de Newton sur les comètes « qui demeureront dans le Soleil et serviront d'aliment au feu qui consume cet astre (1). »

Dans l'hypothèse de Newton, il y avait au moins un essai de solution du problème que nous nous sommes posé. La constitution du Soleil telle qu'elle est sortie des travaux de Wilson et d'Herschel au commencement de ce

(1) *Œuvres de Buffon*, t. 1, p. 87, 1844.

siècle, telle qu'Arago l'a popularisée, nous apparaît comme un véritable recul vers les doctrines de l'antiquité.

On sait que le D<sup>r</sup> Wilson, en 1760, avait été amené par une étude attentive de la surface du Soleil à reconnaître, dans les taches, un *noyau obscur* et une *pénombre* ; à y voir des cavités creusées dans l'enveloppe éblouissante du Soleil. Tel est le point de départ d'une explication développée par Herschel, qui a longtemps constitué toute la théorie physique du Soleil, bien qu'elle ne soit elle-même qu'un enchaînement de suppositions véritablement étranges. D'après Herschel, le Soleil se compose d'un globe central à peu près obscur, d'une immense couche de nuages suspendue à quelque distance de ce globe et l'enveloppant tout entier ; enfin, d'une seconde enveloppe, extérieure, où résident toute la lumière et toute la chaleur du Soleil. L'explication des taches était simple : des éruptions hypothétiques, partant du globe central, percent les deux enveloppes et y déterminent ces cavités profondes au travers desquelles nous apercevons la couche nuageuse (pénombre) et le globe central (noyau obscur). La couche nuageuse intermédiaire est supposée assez épaisse et assez peu conductrice pour que la chaleur dévorante engendrée dans la photosphère la traverse à peine, et laisse le noyau central relativement froid et obscur. Pour un peu, et c'était l'opinion d'Herschel, il serait habitable !

M. Bertrand conte à ce propos (1) une assez jolie anecdote, empruntée à Arago. Le docteur Elliott avait depuis longtemps adopté et soutenu l'hypothèse de l'habitabilité du Soleil et, quand il fut traduit aux assises d'Old Bailey pour avoir tué miss Boydell, ses amis voulurent le faire passer pour fou, alléguant comme principale preuve de son insanité d'esprit les écrits où il avait développé cette opinion extravagante : « Ces conceptions d'un fou, ajoutait Arago, sont aujourd'hui *universellement adoptées* et, à ce titre, l'anecdote mérite de figurer dans l'histoire de la

(1) *Journal des Savants*, 1874, p. 471.

science. » Elle le mérite d'autant plus que la théorie d'Herschel, présentée par Arago comme « scientifiquement démontrée », est aujourd'hui *universellement rejetée*, ce qui ne laisse pas d'être assez instructif.

Le système d'Herschel et d'Arago, on le voit bien, ressemblait aux systèmes péripatéticiens en ce qu'il ne rendait compte des faits fondamentaux qu'au prix d'hypothèses gratuites, et, on peut le dire, physiquement impossibles. Confiner dans une mince couche de nuages toute la puissance calorifique du Soleil, n'était-ce pas lui assigner une durée des plus limitées ? Il fallait donc imaginer un principe supérieur, en dehors des lois connues de la physique, qui maintint cette puissance, et, que ce principe fût « l'essence incorruptible » des philosophes ou « les orages du magnétisme solaire », les deux explications, au fond, se valaient. Et puis, qu'était cette couche intermédiaire, douée à la fois d'un pouvoir réflecteur absolu et d'une athermansie presque complète, pour rejeter au dehors la radiation solaire et l'empêcher de brûler le globe central ? Comment l'équilibre de température ne finissait-il pas par s'établir dans l'intérieur d'une enceinte sphérique, dont la surface est maintenue depuis des milliers d'années à une température constante et excessivement élevée ?

Telle est pourtant la puissance des hypothèses commodes que celle d'Herschel, enseignée d'autorité, régna sans conteste jusque vers 1860.

A cette époque, grâce à une série d'observations capitales faites pendant les éclipses totales de Soleil, un courant d'idées plus rationnelles s'établit dans les hautes sphères de la science. Il faut citer Le Verrier parmi ceux qui portèrent la main la plus hardie sur le vieil échafaudage d'Arago et en montrèrent le peu de solidité. Pour lui, le Soleil est tout bonnement une masse immense, liquide ou gazeuse, douée d'une température très élevée, en train de se refroidir avec une lenteur qui nous voile la marche de

son extinction. Dès cette époque, l'autorité de M. Faye, du P. Secchi et d'autres savants éminents, fut acquise à ces vues, rapidement adoptées dans le monde de la science; depuis lors, les grandes découvertes, nées de l'analyse spectrale et de l'observation assidue de la surface solaire à l'aide de puissants télescopes, n'ont fait que les confirmer.

Mais, si les choses sont telles, le problème se représente avec toute sa gravité. Si le Soleil n'est qu'une masse incandescente, comment la chaleur dont il nous inonde s'y est-elle accumulée? Quelle est son origine immédiate? Quelle peut bien être la température de l'astre où elle réside? Comment, depuis tant de siècles, la radiation n'a-t-elle pas subi de diminution appréciable? Par quelle mystérieuse combinaison la Providence entretient-elle ce foyer, et combien de temps cela pourra-t-il durer encore?

## II

Évidemment, la première question à résoudre est de se faire une idée exacte de la déperdition de chaleur subie par le Soleil grâce à son rayonnement incessant; et cette question, des observations bien faites permettent, comme on va le voir, de la résoudre avec une assez grande approximation.

Herschel est le premier qui ait abordé ce problème. Il a exprimé le résultat de ses travaux en disant que la quantité de chaleur déversée par le Soleil sur la terre, dans l'espace d'une année, suffirait à faire fondre une couche de glace de 29 mètres d'épaisseur, répartie sur la surface du globe. Pouillet, dans des recherches plus précises, a déterminé cette quantité de chaleur à l'aide d'un appareil, le pyréliomètre, consistant en un cylindre de cuivre renfermant du mercure ou de l'eau, et dont on expose au Soleil la face couverte de noir de fumée, en notant de minute en minute les accroissements de température du liquide.

Diverses causes perturbatrices, le rayonnement des objets voisins, l'absorption considérable de chaleur qu'exerce l'atmosphère terrestre, compliquent ces expériences et donnent lieu à une discussion détaillée des résultats. Les expériences de Pouillet ont été d'ailleurs reprises par M. Ericsson et, plus récemment, par M. Violle, au sommet du mont Blanc (1). M. Violle a employé un thermomètre placé au centre d'une double enveloppe sphérique maintenue à une température rigoureusement constante, pendant qu'une ouverture latérale permettait de faire tomber sur la boule du thermomètre, lorsqu'il avait pris la température de l'enceinte, la radiation solaire. On suivait alors méthodiquement la marche de l'échauffement et du refroidissement du thermomètre. Des expériences comparatives, faites au même moment à 3600 mètres plus bas, au glacier des Bossons, avaient pour but de déterminer la loi de l'absorption par l'atmosphère et d'en évaluer l'effet sur le phénomène principal.

Les résultats de ces recherches s'expriment en unités de chaleur ou *calories* : on sait que ce nom désigne la quantité de chaleur, bien constante et bien connue, qu'absorbe un kilogramme d'eau pour que sa température s'élève d'un degré. D'après Pouillet, un mètre carré de surface, exposé au Soleil à la limite de l'atmosphère terrestre, reçoit en une minute une quantité de chaleur égale à 17, 63 calories. Les expériences de M. Violle portent ce nombre à une valeur notablement plus élevée, 25 calories et quatre dixièmes. Un calcul assez simple permet de déduire de là la quantité de chaleur émise dans le même temps par un mètre carré de la surface du Soleil. La sphère qui a pour centre le Soleil et pour rayon sa distance à la terre, et dont chaque mètre de surface reçoit ainsi 25 calories par minute, a une superficie totale de  $293 \times 10^{21}$  mètres carrés. La

(1) *Annales de physique et de chimie*; 5<sup>e</sup> série, t. X.

quantité de chaleur qu'elle reçoit par minute est donc mesurée, en calories, par le produit

$$25 \times 293 \times 10^{21},$$

et telle est évidemment la chaleur totale émise par le Soleil dans le même intervalle de temps. Divisons ce nombre par la surface du Soleil, surface égale à 5 trillions de kilomètres carrés ( $5 \times 10^{18}$  mètres carrés); nous trouverons qu'un seul mètre carré de la surface solaire, en une minute, lance dans l'espace 1 465 000 unités de chaleur, ce qui, au taux de 425 unités de travail mécanique par calorie, représente 619 625 000 kilogrammètres, ou plus de cent mille chevaux-vapeur. Il suffirait donc de la chaleur dépensée par quelques mètres carrés de la surface du Soleil pour faire marcher toutes les machines à vapeur du monde (1).

Quant à la chaleur émise par la surface totale du Soleil en une minute, elle s'exprime en calories par le nombre 7325 suivi de 21 zéros, et si de là on passe à la chaleur émise pendant une année, on trouve le chiffre prodigieux de  $386 \times 10^{23}$  calories! De tels nombres, dit le P. Secchi, cessent de parler à notre imagination, et l'on se fera peut-être une idée plus nette de l'énorme puissance dégagée par le Soleil en empruntant à M. Tyndall l'image suivante : elle est égale à la chaleur engendrée par la combustion d'une couche de houille de 30 kilomètres d'épaisseur, enveloppant le Soleil tout entier, et couvrant par conséquent une surface de cinq trillions de kilomètres carrés.

Qu'on le remarque bien : cette énergie, on peut le dire, est presque entièrement perdue. Une portion imperceptible, arrêtée au passage par la terre et les autres planètes, leur distribue la lumière, la puissance motrice et la vie. Le reste se disperse en pure perte dans les espaces illimités qui nous environnent, et rien, au moins dans les idées actuellement régnantes, n'en retourne jamais à l'astre dont elle est émanée.

(1) A. Secchi, *Le Soleil*, t. II, p. 258.

Si maintenant nous essayons de calculer l'abaissement de température qui en résulte, nécessairement, pour le Soleil, nous entrons un peu dans le domaine de l'hypothèse. La même quantité de chaleur dépensée ne correspond pas, nous le savons, à un même décroissement de température pour tous les corps : cela dépend de leur *capacité calorifique*, et nous ne connaissons pas celle du Soleil. Le spectroscope nous a bien révélé la présence, dans cet astre, de l'hydrogène, d'autres gaz, des vapeurs du fer et du magnésium, mais l'état physique dans lequel se trouvent ces substances nous est trop inconnu pour que nous puissions baser là dessus des hypothèses bien plausibles. Toutefois, l'eau étant, parmi les corps dispersés à la surface de la terre, celui dont le calorique spécifique est le plus considérable, nous choisissons l'hypothèse la plus favorable à la conservation de l'énergie solaire en attribuant à la masse du Soleil une chaleur spécifique égale à celle de l'eau, et, de plus, en admettant que toute cette masse contribue d'une manière égale à la déperdition de chaleur, ce qui n'est pas, assurément, puisque c'est de la surface surtout que l'énergie calorifique se dégage vers l'espace environnant.

Or, la masse du Soleil égale 324 000 fois celle de la terre, et comme le poids du globe terrestre est, en chiffres ronds, de  $54 \times 10^{23}$  kilogrammes, le Soleil doit peser environ  $175 \times 10^{28}$  kilogrammes. Divisons par ce nombre le nombre de calories émises en un an par le Soleil entier, nombre que j'ai donné plus haut. Nous aurons le nombre de calories soustrait annuellement à chaque kilogramme de la masse du Soleil, et nous trouverons ainsi  $\frac{386}{175}$  ou 2, 2 calories ; par conséquent, si l'on attribue au Soleil la capacité calorifique de l'eau, la température moyenne de cet astre devrait s'abaisser d'un peu plus de 2 degrés du thermomètre par an (1). Ce résultat, qui serait notablement renforcé si l'on

(1) Tous ces nombres sont nécessairement approximatifs, même dans certains points des mieux établis, et varient suivant les dimensions admises pour le Soleil, etc. Ainsi le P. Secchi lui attribue un poids de  $2 \times 10^{30}$  kilo-

prenait pour chaleur spécifique du Soleil celle de la vapeur d'eau, ou des vapeurs métalliques, nous force à admettre que, depuis les temps historiques, la température du Soleil se serait abaissée de plus de 8000 degrés centigrades, conséquence incompatible avec les faits les plus constants, à moins que la température primitive du foyer central ne fût si prodigieusement élevée que nous ne puissions nous en faire aucune idée, ou bien, que quelque cause inconnue ne lui restitue incessamment tout ou partie de l'énergie rayonnée par lui dans l'espace céleste.

Il nous reste à examiner jusqu'à quel point l'une et l'autre de ces hypothèses sont vraisemblables, et, s'il existe une source de restitution, quelle elle peut être.

### III

La première cause de régénération de la chaleur solaire à laquelle on a dû songer, c'est évidemment à une combustion proprement dite, ou, plus généralement, à une combinaison des éléments se trouvant dans le Soleil, puisque nous savons que les combinaisons chimiques sont de puissantes sources de chaleur. Bien que cette intervention ne soit pas à négliger, comme je le dirai plus loin, on a renoncé à y trouver le principe de l'énergie calorifique du Soleil. La combinaison qui dégage le plus de chaleur est celle de l'hydrogène avec l'oxygène, pour produire la vapeur d'eau. La présence de l'hydrogène dans le Soleil en masses considérables est certaine ; celle de l'oxygène est plus douteuse. Dans tous les cas, lorsqu'un kilogramme d'hydrogène s'unit à 8 kilogrammes d'oxygène pour fournir 9 kilogrammes de vapeur d'eau, il se dégage 34 460 calories. Eh bien, admettons que la masse totale du Soleil soit formée de ces deux gaz dans la proportion requise pour que

grammes, et adopte le chiffre de Pouillet pour l'émission solaire. Il trouve 10,29 d'abaissement annuel pour la température moyenne du Soleil.

rien n'échappe à la combinaison. Un calcul facile montre que la chaleur développée par celle-ci ne dépasserait pas  $67 \times 10^{32}$  calories. Vu la prodigalité avec laquelle le Soleil dépense sa réserve calorifique et dont j'ai donné plus haut l'évaluation numérique, le foyer central aurait été éteint au bout de 1800 ans. Si le Soleil était constitué de charbon, il serait consumé en moins de 8000 ans, d'après sir W. Thomson, ou, d'après un calcul rectifié par M. Bertrand, en moins de 1600 ans, et la substitution du magnésium au charbon ne changerait guère le résultat. La masse du Soleil aurait donc été autrefois bien plus considérable qu'aujourd'hui, ce qui ne s'accorde pas avec les observations astronomiques. Enfin, comme l'a remarqué sir W. Thomson, les produits mêmes de la combustion auraient été un obstacle à l'afflux d'éléments nouveaux pour entretenir celle-ci.

La théorie de la génération et de l'entretien de l'énergie solaire par voie de combinaisons chimiques a donc été généralement abandonnée (1), mais une transformation profonde qui s'est produite dans la science vers l'époque même où la constitution physique du Soleil a ramené sur elle l'attention des physiciens, en modifiant toutes nos idées sur la nature de la chaleur, a ouvert des perspectives nouvelles dans cette question. Avant même que les corps savants eus-

(1) Un ingénieur distingué, M. E. Vicaire, a tenté cependant de restaurer l'hypothèse du noyau obscur et de l'entretien de la photosphère par combustion (V. *Comptes rendus*, 1872, 1873 et 1874). D'après lui, la masse du Soleil, solide ou liquide, serait formée de matériaux oxydables, hydrogène, carbone, métaux, combinés ou libres. Une immense atmosphère d'oxygène, enveloppant le Soleil (ce serait la cause de la lumière zodiacale), produirait à sa surface une combustion intense, dont la chaleur volatiliserait incessamment la surface du noyau, fournirait ainsi un aliment à la combustion, en même temps que cette évaporation maintiendrait le noyau à une température relativement basse. L'explication des taches serait simple. Quoique défendue avec talent, cette théorie est restée sans écho : elle se heurte à de sérieuses difficultés, dont les principales, outre les calculs rapportés ci-dessus, sont l'absence probable de l'atmosphère d'oxygène supposée, le désaccord avec la cosmogonie de Laplace, la température du noyau.

sent reconnu le vide des conceptions d'Herschel, les méditations solitaires d'un homme de génie avaient pénétré au fond du problème et posé les bases d'une théorie rationnelle de la chaleur solaire.

En 1848, Jules-Robert Mayer, l'un des créateurs de la théorie mécanique de la chaleur, publia à Heilbronn ses *Beiträge zur Dynamik des Himmels*, ouvrage plein de vues originales et saisissantes sur le sujet qui nous occupe. Essayons d'exposer, d'après Mayer lui-même, quelques-unes de ces idées.

Mayer commence par rappeler les principes, qu'il a tant contribué à faire admettre, de la thermodynamique : la chaleur considérée comme un mouvement vibratoire des molécules, la transformation incessante du travail mécanique en chaleur par le frottement, par les chocs, par le forage des métaux, jusqu'à l'incandescence des corps, et de la chaleur en travail mécanique dans la machine à vapeur, la dilatation, etc. ; la loi enfin qui préside à toutes ces transformations réciproques, la plus grande découverte de la physique à notre époque, d'où il résulte qu'une calorie a pour *équivalent mécanique*, quels que soient l'agent de la transformation et la voie par laquelle elle s'opère, 425 unités de travail ou *kilogrammètres* (1).

Mayer évalue ensuite, d'après les travaux d'Herschel et de Pouillet, la chaleur dépensée en une minute par la surface rayonnante du Soleil, le refroidissement qui doit en résulter ; il en conclut l'impossibilité d'une provision de chaleur suffisante pour alimenter cette dépense ou de combinaisons chimiques capables de la réparer. Il écarte également, par des raisons péremptoires, l'hypothèse d'un frottement à la surface du Soleil qui élèverait sa température aux dépens de sa rotation.

(1) Il est à peine utile de rappeler qu'on désigne ainsi le travail nécessaire pour élever un poids d'un kilogramme à la hauteur d'un mètre.

Esquissant alors son propre système, Mayer rappelle que l'espace interplanétaire est sillonné dans tous les sens, non seulement par des comètes, mais par des corps analogues aux aérolithes soumis à l'attraction du Soleil, qui se précipiteraient sur lui s'ils n'étaient déviés en chemin par quelque action perturbatrice. Mais, de même qu'un pendule écarté de sa position d'équilibre n'y revient pas tout d'un coup et n'y arrive qu'au bout d'un certain temps, quand sa vitesse est diminuée par les frottements, de même la chute directe sur le Soleil est un cas exceptionnel. Les astéroïdes décrivent donc généralement des orbites fermées autour du foyer d'attraction ; puis, la résistance du milieu répandu autour de ce foyer ralentissant leur vitesse, resserre leurs oscillations et finit par les amener, encore animés d'une vitesse formidable, sur la masse centrale où leur force vive s'anéantit brusquement et se transforme tout entière en chaleur.

« Le mouvement des corps célestes dans un vide absolu, dit Mayer, leur assure une marche régulière comme celle d'un pendule mathématique, mais un milieu résistant dispersé dans l'espace force au contraire les corps planétaires à circuler autour du Soleil en orbites toujours plus resserées, et enfin à se confondre définitivement avec lui.

» Une telle résistance admise, les corps vagabonds de l'espace céleste auront leur berceau dans la périphérie du système solaire, et dans son centre leur tombeau ; quelque longue que soit la durée, quelque multiple que soit le nombre de leurs révolutions, il faut en somme qu'en un temps déterminé il tombe sur le Soleil autant de masses mobiles qu'il en est entré auparavant, en un temps égal, dans le domaine de son attraction.

» Toutes ces masses se précipitent avec un choc violent dans leur tombeau commun. Et comme toute cause doit produire son effet, il faut aussi que ces masses cosmiques, aussi bien qu'un poids qui tomberait sur la terre, produisent une action proportionnelle à leur force vive, une quantité de chaleur déterminée.

» Ainsi, à la conception d'un Soleil régnant par l'attraction sur un vaste espace céleste, à celle d'une matière pondérable partout répandue dans l'univers ; à celle, enfin, d'une substance éthérée remplissant l'espace et capable de résistance, se lie d'une nécessité intime cette autre conception d'une génération continue et inépuisable de chaleur au centre de ce système (1). »

Mayer discute avec finesse les diverses parties de ce programme, le nombre prodigieux de corps errant dans les espaces célestes, comme ces bolides qui s'enflamment en pénétrant dans notre atmosphère et dont on a noté plus de 240 000 à Boston dans un intervalle de neuf heures. Le nombre total des météores qui brillent ainsi pendant une année s'élève peut-être à des milliers de millions, et ce n'est là qu'une faible partie de ceux qui raient l'espace, surtout dans le voisinage du Soleil où sa puissance attractive doit les avoir accumulés, et où la présence de la lumière zodiacale semble nous signaler une condensation de matière inconnue.

L'existence d'un milieu résistant ne semble pas moins prouvée à Mayer, soit qu'on le confonde, comme Littrow, avec l'éther de la lumière, soit qu'on retrouve son influence dans l'accélération du moyen mouvement de la comète d'Encke. L'action de ce milieu sur les astéroïdes, pour ralentir leur vitesse et resserrer leurs trajectoires autour du Soleil, doit être plus sensible sur les petits corps que sur les grands, et si nous n'en trouvons pas de trace appréciable dans la marche des planètes, ce n'est nullement une raison pour que des astres beaucoup plus petits n'en soient pas affectés.

Reste à évaluer le développement de chaleur que peut produire une telle masse en se plongeant dans le Soleil, chaleur qui dépend de la force vive du corps. Mayer calcule très bien que la vitesse de l'astéroïde, due à l'attraction

(1) *Die Mechanik der Wärme*, Stuttgart, 1884, p. 171.

solaire, est comprise entre deux limites extrêmes : 630 kilomètres par seconde pour un corps arrivant des limites du système solaire, 440 pour un corps circulant à petite distance du Soleil. L'arrêt instantané d'une masse d'un kilogramme animée d'une telle vitesse produirait donc une quantité de chaleur allant de 24 à 48 millions de calories (ou 43 millions d'après un calcul plus récent), capable, par conséquent, de volatiliser les substances les plus réfractaires. Il suffirait ainsi d'une pluie d'astéroïdes tombant sur le Soleil et formant un poids total de  $9 \times 10^{22}$  kilogrammes par an, pour réparer les pertes de calorique que cet astre éprouve par le rayonnement et maintenir sa température actuelle. Le poids de la terre est de  $54 \times 10^{23}$  kilogrammes : un astéroïde de même masse, venant à heurter le Soleil, lui apporterait une provision de chaleur capable d'alimenter son rayonnement pendant 60 ans.

Ce mémoire de Mayer se termine par des considérations aussi élevées qu'ingénieuses sur la température excessive qui doit régner dans le foyer central, sur la facilité avec laquelle la chaleur lumineuse du Soleil traverse l'atmosphère de la terre, sur le rôle providentiel que la transparence de l'air pour la chaleur lumineuse, son opacité pour la chaleur obscure, jouent dans l'économie générale de la nature.

M. Waterston, à qui l'on doit d'ingénieuses recherches sur la température du Soleil, est arrivé, peu après Mayer, à des idées analogues sur la source et sur la conservation de l'énergie calorifique de cet astre (1).

La conception de Mayer est des plus remarquables et renferme certainement une part de vérité (2). Que des astéroïdes s'abattent sur le Soleil comme sur la terre, rien n'est

(1) *On dynamical sequences in Kosmos*, Atheneum, 1853.

(2) Elle fut cependant très froidement accueillie en France, bien qu'elle ait été proposée à l'Institut dès 1846. M. Faye pouvait faire remarquer en 1862 (*Comptes rendus*, t. 55, p. 565) qu'elle n'y avait jamais fait l'objet d'un rapport, et lui-même ajoutait « qu'elle ne supportait pas l'examen. »

plus probable ; la puissance supérieure de la masse attirante et l'existence plausible d'un milieu matériel raréfié dans son voisinage ne font qu'augmenter cette probabilité. MM. Hodginson et Carrington en Angleterre ont vu simultanément une vive lumière se produire sur la surface du Soleil, dans le voisinage d'une tache ; d'après eux, ce phénomène se rattacherait à la chute d'un météore. Mais la question est de savoir si ce phénomène peut se produire sur une échelle suffisante pour répondre aux exigences du problème ; il ne paraît pas qu'il en soit ainsi.

Une première objection résulte de la quantité de matière sidérale qui devrait s'abattre ainsi chaque année sur le Soleil pour entretenir sa chaleur par voie mécanique. Les nombres cités plus haut montrent que, la surface du Soleil comptant  $5 \times 10^{18}$  mètres carrés, cette quantité s'élèverait à près de 20 000 kilogrammes par mètre carré et par an.

Faute de renseignements plus précis, nous devons supposer que ces matériaux cosmiques arrivent indifféremment de tous les points de l'espace, après avoir traversé la surface sphérique qui a pour centre le Soleil et passe par la terre. Le calcul des probabilités nous permet alors de déterminer, pour une portion donnée de cette surface, la quantité de matière météorique qui la traverse dans un temps donné. On arrive ainsi à conclure que la terre recevrait chaque année, par mètre carré de sa superficie, environ 300 grammes de substance étrangère, ce qui dépasse évidemment de beaucoup ce que les aérolithes nous apportent.

Autre difficulté. Cette masse énorme de substance météorique, tombant chaque année sur le Soleil et s'incorporant à lui, augmenterait son volume et sa masse. Le diamètre du Soleil grandirait ainsi de 20 à 30 mètres par année ; à ce compte, il faudrait 35 000 ans pour que son diamètre apparent s'accrût d'une seconde. Or, un pareil accroissement est trop faible et les mesures exactes du diamètre solaire trop récentes pour qu'on puisse vérifier

cette conséquence. Mais il n'en est pas de même de l'augmentation de la masse : elle serait de  $\frac{1}{5000}$  en 4000 ans, et produirait un renforcement dans l'attraction du Soleil sur la terre en particulier. Le résultat certain, d'après les lois de la mécanique céleste, serait une diminution du grand axe de l'orbite de la terre et de la durée de sa révolution autour du Soleil. L'année sidérale diminuerait de 8 dixièmes de seconde par an, de plus d'une minute par siècle. En nous reportant à 2000 ans en arrière, ces différences accumulées équivaldraient à la huitième partie d'une année. Or, les astronomes se refusent à admettre que de tels changements aient pu leur échapper.

Ces difficultés, qui s'opposent à l'admission de la théorie de Mayer, ont surtout été mises en relief par sir William Thomson. Il s'est efforcé de modifier cette hypothèse de façon à en conserver le fond, tout en la mettant à l'abri des principales objections.

Suivant les idées de M. Thomson, la matière cosmique qui s'abat incessamment sur le Soleil et lui restitue de la chaleur aux dépens de sa propre force vive n'arrive pas de toutes les régions éloignées du système solaire ; elle préexiste, sous forme d'un anneau ou disque plus ou moins étendu, dans le voisinage même du Soleil, à l'intérieur de l'orbite de Mercure. Sa présence nous serait signalée par le phénomène connu sous le nom de *lumière zodiacale*. Cet anneau serait constitué d'un nombre prodigieux de corps distincts, circulant autour du Soleil avec des vitesses plus ou moins grandes, mais toujours énormes et telles, d'après les lois de la mécanique céleste, qu'ils feraient le tour de cet astre en deux ou trois heures. Par suite de leurs chocs réciproques, par suite aussi de la résistance d'un milieu très raréfié que l'on suppose exister dans le voisinage du Soleil, ces corps éprouveraient des diminutions graduelles de leur vitesse de circulation, décriraient des spires d'un rayon toujours plus court autour du Soleil, jusqu'à ce qu'ils finissent par le raser et par y pénétrer avec une vitesse fort supé-

rieure à celle dont le Soleil lui-même est animé, puisqu'il met 25 jours à faire un tour sur lui-même. De là, anéantissement de la majeure partie de la force vive et dégagement d'une quantité équivalente de chaleur, d'après les lois de la thermodynamique,

Cette ingénieuse théorie a soulevé dès l'abord de nombreuses objections. M. Faye a fait remarquer (1) que, dans des circonstances favorables, M. de Tessen a vu la lumière zodiacale s'étendre à plus de 100° du Soleil sur la sphère céleste, ce qui porterait au delà de l'orbite de la terre les limites de l'anneau cosmique de M. Thomson, au lieu de les restreindre dans l'intérieur de l'orbite de Mercure. De plus, tout indique dans la lumière zodiacale un milieu plus raréfié encore que celui des comètes, incapable, par conséquent, de produire en choquant le Soleil une quantité de chaleur quelque peu appréciable. Et puis, ce milieu résistant auquel on attribue le ralentissement des astéroïdes circulant autour du Soleil, son existence est bien hypothétique ! On l'invoque ou on la nie tour à tour, suivant qu'on en a besoin ou qu'elle gêne pour l'explication des phénomènes. De plus, ce milieu devrait lui-même posséder une vitesse circulatoire autour du Soleil, et son influence sur le mouvement des corps qui le traversent serait alors tout autre qu'on ne la suppose ; elle consisterait à régulariser ce mouvement et à transformer leurs trajectoires en orbites circulaires qui deviendraient invariables.

Mais des objections plus fortes encore ont été émises contre l'hypothèse de sir William Thomson et l'ont définitivement ébranlée. Le carré de la vitesse des astéroïdes tombant sur le Soleil n'étant guère, dans cette hypothèse, que la moitié de ce qu'il est dans celle de Mayer, il faudrait une quantité double de matière pour suppléer à la radiation du Soleil. Ceci nous mène à  $18 \times 10^{22}$  kilogrammes de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LI, 1862, 6 octobre.

matière empruntée annuellement par le Soleil aux espaces environnants. L'accroissement du diamètre du Soleil, d'après l'évaluation de M. Thomson, serait d'un dixième de seconde en 4000 ans ; c'est trop peu de chose pour que nos observations aient pu saisir une si petite variation. L'accroissement de la durée de la rotation solaire se monterait à environ une heure en 53 ans, variation que des observations futures pourront nous révéler, mais que l'imperfection de nos connaissances sur la durée exacte de la rotation du Soleil ne permet pas de contrôler actuellement.

Mais une difficulté insoluble résulte de la masse considérable qu'il faudrait attribuer, dans cette hypothèse, à la lumière zodiacale, à laquelle serait empruntée toute cette matière cosmique. Les recherches de Le Verrier sur les perturbations du mouvement de Mercure (1) démontrent qu'il n'existe dans le voisinage du Soleil à l'intérieur de l'orbite de Mercure, aucune matière cosmique dont la masse soit suffisante pour produire les effets supposés. Dès lors, l'hypothèse est insoutenable. Cette objection décisive a déterminé sir W. Thomson à y renoncer (2) et à se rallier à celle de M. Helmholtz dont je vais parler.

#### IV

La belle théorie de M. Helmholtz, celle à laquelle adhèrent aujourd'hui la plupart des savants compétents, a l'avantage de se rattacher intimement à la célèbre théorie de Laplace sur la formation de notre système planétaire par la condensation successive d'une nébuleuse primitive,

(1) *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. V, 1859.

(2) « All things considered, there seems little probability in the hypothesis that solar radiation is compensated, to any appreciable degree, by heat generated by meteors falling in at present.... » *Treatise on natural philosophy*, t. II, p. 487.

et d'expliquer d'une manière très naturelle la chaleur originelle du globe terrestre, la création au centre de notre système d'un foyer prodigieux de chaleur, la conservation de l'énergie de ce foyer malgré l'incessante déperdition qu'il éprouve. C'est moins une hypothèse, peut-on dire, qu'une conséquence nécessaire des principes de la thermodynamique.

La théorie de Laplace est trop connue pour que je la rappelle ici. Supposons donc avec lui, à une époque antérieure à l'existence propre du Soleil et des planètes, une masse de matière cosmique dont l'état physique est assez difficile à définir, mais qui serait au zéro absolu de température (ou à 273° au-dessous de zéro du thermomètre centigrade), répartie à peu près uniformément sur un espace immense, s'étendant au delà de l'orbite de Neptune, la planète connue la plus éloignée du Soleil. Il est clair, en effet, que si les planètes se sont formées par l'abandon successif par la nébuleuse, pendant sa condensation, d'anneaux qui se sont ensuite brisés et concentrés en globes, la matière primitive de la nébuleuse a dû s'étendre d'abord au delà de la planète située aux limites du système.

Douées d'une puissance attractive en raison inverse du carré de la distance, les diverses parties de cette masse s'attirent, et la résultante de ces actions passe par le centre commun. De là une chute de la matière vers ce centre, une concentration, et, suivant le langage précis de la mécanique, une certaine quantité de *travail* développée par le jeu des forces attractives. Si on laisse de côté les planètes, dont la masse est peu de chose au regard de celle du Soleil, toute cette masse s'est resserrée successivement sous le volume actuellement occupé par le Soleil, et là, brusquement ou lentement, elle a perdu toute la force vive dont ses parties étaient animées relativement au centre d'attraction. Tout le travail mécanique de la gravitation agissant sur les éléments de la nébuleuse primitive s'y est donc transformé en énergie calorifique. A l'aide de quelques

suppositions simplificatrices, le calcul permet d'évaluer le travail mécanique développé pendant la concentration ; en le divisant par 425, équivalent mécanique de la chaleur, on aura l'énergie calorifique ainsi produite.

M. Helmholtz a fait ce calcul. Le résultat est de nature à surprendre les personnes peu accoutumées à manier les chiffres qui mesurent ces puissantes transformations de la nature. La quantité de chaleur développée se monte à 26 millions de calories par kilogramme de matière, et la chaleur totale résultant du travail de la gravitation jusqu'au volume actuel du Soleil serait exprimée, en calories, par le nombre 455 suivi de 35 zéros ! C'est 260 000 fois la chaleur nécessaire pour élever de zéro à cent degrés la température d'une masse d'eau égale à celle du Soleil ; c'est 3500 fois la chaleur engendrée par la combustion d'un bloc de houille pure d'un poids égal au poids total de notre système planétaire.

Ainsi, si le Soleil a été formé, comme cela devient chaque jour plus probable, par la réunion successive d'une grande quantité de matériaux primitivement disséminés au loin dans l'espace, cette formation a nécessairement été accompagnée d'un développement énorme de chaleur et de lumière, qu'aucune combustion n'aurait jamais pu produire, et l'état d'incandescence inouï de notre foyer central s'explique de lui-même. Et de là cette conséquence fort importante : si la déperdition de chaleur du Soleil avait été constamment égale à ce qu'elle est aujourd'hui, l'approvisionnement qu'il a reçu pourrait suffire à une durée de 12 000 000 d'années.

Remarquons-le en passant, cette théorie d'Helmholtz s'applique à toutes les planètes, à la terre, et l'origine de la chaleur centrale de celle-ci n'est pas autre que le travail de la gravitation. Le calcul assigne 8760 calories par kilogramme à la masse terrestre formée par concentration de matière cosmique ; mais, à cause de sa petitesse relative, le refroidissement s'en est fait plus rapidement, à une époque

probablement où la masse dont la concentration devait engendrer le Soleil était encore largement répandue et occupait un espace bien plus grand qu'aujourd'hui, bien qu'elle fût déjà à une température très élevée.

Mais ce n'est pas là tout ce que donne la théorie de M. Helmholtz. Nous ignorons absolument la durée, probablement immense, pendant laquelle se sont déroulées ces mystérieuses transformations. Au fur et à mesure que la chaleur se créait par la condensation de la matière cosmique, elle commençait déjà à se dissiper dans les espaces célestes, et c'est vers le centre du système solaire qu'elle a dû s'accumuler le plus activement : il nous est donc impossible de suivre à travers les âges la loi de progression ou d'affaiblissement de la température du Soleil. Mais la même cause qui a déterminé au centre la formation d'un foyer calorifique n'a pas cessé d'agir, et c'est là une des plus curieuses conséquences de la théorie de M. Helmholtz : elle contribue à maintenir la chaleur solaire.

En effet, l'attraction du Soleil sur ses différentes parties s'exerce incessamment, elle opère une concentration continue. Les matériaux du Soleil continuent à tomber vers son centre, et cela d'autant plus facilement que le refroidissement superficiel abaisse la force expansive des vapeurs répandues dans sa masse. Ainsi l'énergie *potentielle* de la gravitation se transforme en énergie *actuelle* ou force vive, et celle-ci en chaleur. Si l'on soumet au calcul cette nouvelle conséquence pour en déduire la chaleur développée par la contraction successive du Soleil, on trouve que pour rendre au Soleil la chaleur qu'il perd par rayonnement pendant une année, pour maintenir sa température constante, il suffirait que le diamètre du Soleil diminuât d'une fraction égale au douze millionième de sa valeur. En un siècle, la diminution du diamètre apparent ne serait donc que la 120 000<sup>ème</sup> partie de ce diamètre, et en deux mille ans elle ne monterait pas à plus de 33 centièmes de seconde, quantité évidemment inférieure à ce que les obser-

vations les plus précises peuvent nous révéler. De ce chef donc, aucune objection.

Une autre conséquence du principe de M. Helmholtz paraît se prêter mieux à une vérification expérimentale. Au rebours de la théorie de Mayer et de M. Thomson, qui entraîne comme conséquence un accroissement de la masse et du diamètre du Soleil, et par suite un ralentissement dans sa rotation, celle-ci nous conduit à admettre que le volume du Soleil diminue. Mais il doit en résulter une diminution dans la durée de la rotation solaire, car les forces extérieures qui agissent sur cet astre passent sensiblement par son centre, la somme des aires décrites dans un temps donné par les rayons de rotation des divers points de sa masse doit donc, en vertu du *Principe des aires*, rester invariable, et si les rayons diminuent il faut que la vitesse angulaire de la rotation s'accélère. Cette accélération sera d'ailleurs bien faible; elle ne réduit que de 30 secondes par siècle la durée de la rotation du Soleil; elle est donc inappréciable avec les moyens dont nous disposons (1).

La concentration de la matière vers le centre de notre système planétaire nous apparaît donc, actuellement, comme la principale source de l'énergie calorifique dont le Soleil a été doué, et très probablement comme l'un des moyens dont la Providence s'est servi pour l'entretenir. Ce n'est pas à dire, cependant, qu'on ne puisse soulever quelques difficultés, et surtout que nous puissions apprécier exactement pour quelle part cette condensation entre aujourd'hui dans le phénomène de la constance de la radiation solaire.

La question veut donc encore être étudiée à un autre point de vue, qui a été mis principalement en relief par le

(1) Il est une autre conséquence dont M. Helmholtz ne semble pas s'être aperçu. L'accélération dont il s'agit a pour effet une augmentation de la force vive *visible* du Soleil, que l'on doit retrancher de l'accroissement de l'énergie calorifique. Je me suis assuré que la correction est insignifiante, à cause de la très faible vitesse rotatoire du Soleil.

R. P. Secchi et par M. Faye, et dont je vais maintenant parler.

## V

Les savants que je viens de citer, et ceux qui adoptent leur manière de voir, rattachent surtout la conservation, ou plutôt la décroissance excessivement lente de la radiation solaire, à la constitution physique de cet astre, à sa haute température, à la provision énorme de chaleur qui y a été accumulée dans les temps primitifs, à certaines circonstances à raison desquelles la masse entière du Soleil, et non les couches superficielles seulement, participe à la radiation, à l'état de *dissociation* dans lequel, par suite de la température excessive, les éléments sont encore maintenus à l'intérieur de la masse.

A l'égard de l'effet d'une température extrêmement élevée, nous savons, par les recherches assez concordantes dont il a été question plus haut, que la chaleur perdue annuellement par un kilogramme de matière du Soleil peut s'évaluer à  $1\frac{1}{2}$  ou 2 calories, si toute la masse intervient dans la dépense, ce qui est possible, comme on le verra. La chaleur spécifique du Soleil étant prise égale à celle de l'eau, il en résultera donc un abaissement annuel de la température moyenne de  $1\frac{1}{2}$  à 2 degrés, ce qui nous donnera, pour les 4000 ans auxquels s'étendent nos observations un peu certaines, un abaissement de température de six à huit mille degrés. C'est assurément un chiffre fort élevé, même inconciliable avec la constance des phénomènes observés, si nous supposons au Soleil une température du même ordre que celles dont nous sommes témoins dans nos laboratoires, à moins qu'il n'existe une cause de restitution puissante et soutenue.

Mais tout est relatif, évidemment. Si l'on admet avec M. Waterston une température du Soleil s'élevant aujour-

d'hui à environ 10 millions de degrés centigrades (il ne faut voir là, naturellement, que des chiffres un peu hasardés, donnant une approximation grossière de l'échelle des phénomènes), un abaissement de température de 2° par an ou de 8000° en 4000 ans ne constituerait qu'une fraction insignifiante,  $\frac{1}{1250}$  de la température du Soleil, et les annales de l'humanité ne nous permettraient pas de nous prononcer sur l'existence d'une aussi faible variation. Tandis qu'il en serait tout autrement si la température solaire n'atteignait que 27 000°, chiffre de M. Zöllner ; 8000 étant une fraction très notable de ce nombre, le refroidissement du Soleil aurait été certainement très sensible. On voit que la température effective du Soleil joue un rôle prépondérant dans la question, et qu'il est nécessaire d'examiner ce point de plus près.

Or, cette température du Soleil est un des sujets dont les physiiciens se sont le plus occupés dans ces derniers temps, et malheureusement il n'en est guère sur lequel il se soit produit des divergences aussi décourageantes. Tandis que les expériences de M. Waterston le conduisent à admettre une température de 10 millions de degrés, M. Ericsson, en Amérique, s'arrête à 2 290 000. Les recherches propres du P. Secchi, la longue discussion à laquelle il s'est livré, l'amènent à conclure que cette température atteint peut-être 5 à 6 millions de degrés, qu'elle ne saurait être inférieure à un ou deux millions (1). M. Zöllner la fait déjà descendre à 70 000 degrés, à 100 000 au plus, et M. Spörer ne croit pas qu'elle dépasse beaucoup 27 000°. Enfin, si nous arrivons à l'école française, c'est encore bien autre chose. Tandis que Pouillet conclut de ses expériences que la température du Soleil serait de 1461 à 1761 degrés, M. Vicaire ne va pas au delà de 1400°, M. Henri Sainte-Claire Deville penche vers 2500 à 2800, et M. Violle, comme conclusion de ses recherches précises, croit pouvoir

(1) *Le Soleil*, 2<sup>e</sup> édit. t. II, p. 227-254.

fixer 1500° comme minimum, et 2500° comme maximum pour cette même température moyenne. Nous rencontrons ici des nombres inférieurs aux températures produites dans l'industrie.

Il est difficile, on le voit, que le profane se fasse une opinion en présence de telles divergences entre les autorités, divergences dont la raison est moins dans les résultats directs de l'expérience que dans la façon de les interpréter. Le point de départ essentiel, ce sont les expériences sur la quantité de chaleur reçue à la surface de la terre, dont j'ai parlé plus haut, et, bien que sensibles, les discordances entre les nombres recueillis par Pouillet, le P. Secchi, M. Soret, M. Ericsson, M. Violle, sont hors de proportion avec celles que je viens de signaler. Mais la difficulté commence lorsqu'il s'agit de remonter, de la *quantité de chaleur* rayonnée à distance par un corps, à la *température* même de ce corps. Nous ignorons absolument quelle est la relation vraie entre ces deux éléments. Nous possédons seulement deux relations, l'une plutôt théorique et due à Newton, l'autre empirique, qui porte les noms des physiciens français Dulong et Petit. Tandis que la première suppose l'intensité du rayonnement proportionnelle au simple excès de température du corps, la deuxième fait croître la radiation suivant une loi beaucoup plus rapide. Il en résulte, naturellement, que si l'on adopte la loi de Newton, comme l'ont fait le P. Secchi et M. Ericsson, on sera conduit à déduire de la chaleur reçue par le thermomètre à la surface de la terre un chiffre énorme pour la température du Soleil, tandis qu'en regardant avec Pouillet, M. Vicaire, M. Violle, la loi de Dulong comme seule exacte, on tombera sur des résultats infiniment plus modérés.

Or, le choix à faire est ici bien difficile. D'abord, ces deux formules n'ont nullement été établies en vue de recherches comparables à celle-ci : ce sont de simples lois du refroidissement des corps exposés au rayonnement dans

le vide ou dans un milieu gazeux. La loi de Newton, reconnue exacte pour de faibles excès de température de 15 à 20 degrés, s'écarte au delà rapidement de la vérité, tandis que la loi de Dulong et Petit, vérifiée avec soin par ses auteurs jusqu'au delà de 300°, l'aurait été, dit-on, par Pouillet, jusque vers 1000° centigrades. Telle est l'appréciation des savants français. Mais, si nous en croyons le savant P. Secchi, des expériences de M. Ericsson, faites avec le plus grand soin et par une méthode nouvelle, le conduiraient à une conclusion tout opposée, montrant la formule de Newton exacte jusque vers 100°, alors que celle de Dulong fournit déjà des résultats très peu conformes à l'expérience. Ainsi, en opérant sur une masse de fonte en fusion dont la température dépassait 1600° centigrades, M. Ericsson a reconnu que son pouvoir rayonnant était seulement quatre fois plus grand qu'à 65°, alors que d'après la loi de Dulong il eût dû être 4000 fois plus considérable ! On remarquera encore que les expériences de Dulong et Petit se rapportent exclusivement à des sources de chaleur solides ou liquides, tandis que le Soleil, certainement gazeux à sa surface, l'est très probablement aussi dans son intérieur ; que la nature de la surface radiante exerce une influence notable sur les résultats, ainsi que Dulong et Petit l'ont constaté eux-mêmes, et que la photosphère du Soleil appartient à un genre de surfaces chaudes dont nous n'avons à notre disposition aucun autre exemple ; qu'enfin la température du Soleil est très variable d'un point à l'autre, et que les conclusions tirées relativement à sa surface externe ne nous apprennent rien sur son intérieur, dont la température, comme l'a dit M. Hirn, est sans doute beaucoup plus élevée.

On a essayé, par d'autres voies, de se procurer des éléments de comparaison sur l'état thermométrique du Soleil, et je dois signaler ici celle qu'a adoptée M. Waterston. Ce savant s'est assuré du fait que voici : Si l'on soumet à une source de chaleur un corps que des influences extérieures,

celle de l'enceinte dans laquelle il est placé, par exemple, tendent à maintenir à une température déterminée, l'excès de température provoqué dans ce corps par la source est d'autant plus petit que l'enceinte est elle-même à une température plus élevée ; il sera nul, si la source et l'enceinte sont à égale température. Au contraire, si la source de chaleur est à une température incomparablement plus élevée que celle de l'enceinte, l'action qu'elle produira sur le corps thermométrique sera sensiblement indépendante de l'état de l'enceinte, qui pourra varier entre des limites très étendues. Partant de ce principe, M. Waterston a placé un thermomètre dans une boîte métallique à double enveloppe, où l'on pouvait introduire à volonté les rayons solaires, et que des becs de gaz permettaient de chauffer jusque vers 300°. Il a observé que, la boule du thermomètre recevant les rayons du Soleil, on pouvait maintenir la température de l'enveloppe à 10° ou la porter au delà de 250°, sans faire varier sensiblement l'excès de température marqué par le thermomètre relativement à l'enceinte. Répétées par M. Sorret, par le P. Secchi, ces expériences ont conduit à des résultats concordants. La conséquence à déduire de là est évidemment qu'une température de 250° à 300° est absolument insignifiante vis-à-vis de celle du Soleil, auquel, par suite, nous ne pouvons supposer une température inférieure à 100 000 degrés. Il est vrai que M. Violle, répétant à son tour ces expériences avec une double enveloppe sphérique chauffée de manière très égale au moyen de la vapeur d'eau, n'a pas tout à fait retrouvé cette constance remarquable dans l'excès de température du corps soumis à la radiation solaire, bien qu'il n'ait pas dépassé 116° pour la température de l'enceinte.

On a fait d'ailleurs valoir encore d'autres raisons en faveur d'une température excessive du Soleil. Mayer observait déjà, dans ses *Beiträge zur Dynamik des Himmels*, que la facilité avec laquelle la radiation solaire traverse l'air atmosphérique sans être absorbée, facilité qui n'est égalée,

même de loin, par aucune des sources de chaleur dont nous disposons, est une preuve certaine que sa température dépasse de beaucoup celle de ces foyers. Ceux qui comparent l'état du Soleil à celui de nos métaux en fusion, oublient que le spectroscope nous y montre toutes les combinaisons chimiques dissociées, le fer et le silicium à l'état de vapeurs, les raies de l'hydrogène prenant un aspect qu'elles commencent seulement à acquérir aux températures les plus élevées que nous connaissions. Les expériences où l'on a comparé l'intensité des radiations émises par certaines sources à haute température, telles que l'arc voltaïque ou la zirconie en fusion, à l'intensité de la radiation solaire ne paraissent pas avoir été conduites avec beaucoup de rigueur, puisque le P. Secchi et M. Soret arrivent à des conclusions peu concordantes avec celles de M. Fizeau ; ce dernier admet que le Soleil n'aurait que  $2\frac{1}{2}$  fois la température de l'arc produit par cinquante couples Bunsen, tandis que, d'après le P. Secchi, la valeur de la radiation solaire telle qu'il l'a trouvée (elle est bien plus faible que celle de M. Violle) est plus de 44 fois supérieure à celle que donne un foyer électrique dont la température dépasse probablement 3000°.

Citons enfin, dans le même ordre d'expériences, la communication faite par M. Faye à l'Académie des sciences (1) : M. Langley a comparé, dans une usine de Pittsburgh, avec deux instruments distincts, les effets de la radiation d'un bain de fer fondu dans le convertisseur Bessemer à ceux du Soleil. Par les deux procédés, il a trouvé que la partie exposée au Soleil accuse une température infiniment supérieure à celle du bain métallique, laquelle était certainement au-dessus du point de fusion du platine (environ 2000°).

Au reste, cette intéressante et épineuse discussion pourrait bien n'aboutir jamais, si, comme cela me paraît certain, les réflexions de M. H. Deville sont l'expression de la

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX; 1<sup>er</sup> sept. 1879.

vérité (1). Parler de températures de cent mille degrés et au delà, c'est parler d'une chose très difficile à définir. L'idée de la température nous vient de l'impression produite sur nos sens par les corps échauffés ou refroidis ; l'observation nous révèle une certaine corrélation entre la sensation éprouvée et la dilatation des corps sous l'influence de la chaleur, ce qui nous a amenés à prendre ces effets de dilatation pour mesure des accroissements de température. Mais il y a là beaucoup de convention, ou une supposition implicite qu'un même accroissement de la chaleur reçue par le corps détermine toujours un même accroissement dans son volume, ce qui est très hypothétique. Entre les limites ordinaires des expériences, on a reconnu que la dilatation de l'air suit des lois très régulières ; on en a donc fait le corps thermométrique par excellence, et tout autre thermomètre est censé comparé à celui-là ; mais, cette régularité, qui peut affirmer qu'elle subsiste au-delà de 1000° ? Les enveloppes où nous sommes forcés d'enfermer les gaz deviennent perméables à ces hautes températures, et introduisent dans les expériences des facteurs troublants qu'on ne saurait négliger. Donc, une température de cent mille degrés est un non-sens, à moins qu'avec le P. Secchi on n'entende par là une vague comparaison d'état thermique.

La théorie mécanique de la chaleur peut seule, ici encore, nous apporter des notions précises. En réalité, lorsqu'un corps absorbe des radiations calorifiques ou est soumis à une cause quelconque d'échauffement, ses molécules oscillent avec des amplitudes croissantes, l'énergie vibratoire ou actuelle augmente : c'est là probablement ce que le thermomètre nous signale. Mais, en même temps, une partie de la chaleur reçue se dissimule dans un travail intérieur, auquel répond une variation de l'énergie potentielle, dont dépend la chaleur spécifique du corps. Dans quelle proportion ces deux formes de l'énergie existent-elles dans le Soleil ? L'amplitude des vibrations peut-elle

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 35.

dépasser toute limite ? Représentons-nous l'état intérieur de la masse solaire : toutes les combinaisons dissociées par l'effet de la chaleur, nos corps simples eux-mêmes peut-être ramenés à des éléments plus simples encore, tels que l'hydrogène ; les atomes exécutant des vibrations prodigieuses, en même temps que les éléments dissociés renferment une énergie potentielle énorme qui tend à les précipiter en combinaisons dès que la température baissera. Est-il possible d'appliquer à un tel état de la matière nos formules de refroidissement et nos petits procédés de mesure ?

Tout ce que nous pouvons dire donc, c'est que la concentration de la nébuleuse primitive a créé au centre du système solaire une provision de chaleur dont l'énormité épouvante l'imagination ; que les matériaux composant le Soleil y sont probablement dans un état dont nos termes de température, etc..., ne peuvent représenter la valeur même approchée ; mais, en vertu de la loi de conservation de l'énergie, toute cette chaleur existe, elle ne peut s'épuiser que par la radiation, et, sous quelque forme qu'elle soit concentrée dans le Soleil, elle y est emmagasinée en telle quantité que sa dissipation demandera peut-être des millions d'années encore.

Deux conditions remarquables régularisent d'ailleurs la dispersion de la réserve calorifique du Soleil et favorisent sa conservation. La première est que toute la masse, vraisemblablement, y contribue, ainsi que l'a exposé avec beaucoup de clarté M. Faye, dans sa belle notice sur le Soleil (1).

La surface du Soleil est certainement à l'état de gaz ou de vapeur. Dans son intérieur, bien que la température soit beaucoup plus élevée sans doute, il se peut que la pression énorme qui y règne maintienne la matière en partie à l'état liquide, ou plutôt dans un certain état *critique* étudié par Andrews et assez mal connu, dans lequel les plus faibles variations de pression déterminent de grands changements

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1873.

dans le volume. A cause de la chaleur excessive, aucune combinaison chimique ne peut exister dans cette masse interne, les éléments y sont à l'état de dissociation, et le globe solaire en ces conditions serait sans doute peu lumineux. Mais la surface externe, en libre communication avec l'espace céleste, doit se refroidir rapidement, et assez pour que des combinaisons chimiques s'y produisent; le calcium et le magnésium, par exemple, s'y uniraient avec l'oxygène et formeraient des particules solides incandescentes auxquelles seraient dus ces nuages isolés ou grains de riz, d'un éclat excessif, qu'on aperçoit sur la photosphère et qui lui donnent son éblouissante splendeur. Plus denses que la masse fluide sur laquelle elles surnagent, ces particules solides se replongent bientôt dans son intérieur, traversent les couches successives en regagnant en chemin la chaleur qu'elles ont rayonnée à la surface du Soleil, finissent par revenir à une température suffisamment élevée pour produire de nouveau la dissociation des éléments et leur retour à l'état de vapeurs ou de gaz non combinés. Mais, en même temps, d'autres portions gazeuses des couches internes se sont élevées vers la surface pour remplacer les premières et y produire à leur tour la lumière et la chaleur, en sorte qu'il existe sans cesse un mouvement ascendant de l'intérieur vers la surface et un mouvement descendant de la surface vers l'intérieur, les courants gazeux se rendant à la photosphère et les produits solides ou liquides de la combustion se reportant vers le centre; une sorte de *brassage* de la matière solaire, résultant de sa constitution physique même. Dans ces conditions, suivant la manière de voir de M. Faye et du P. Secchi, un mélange incessant se fait entre les différentes couches qui composent la masse du Soleil, et toutes contribuent à fournir la quantité de chaleur qu'il épanche dans les espaces célestes. Le refroidissement doit, par suite, se faire beaucoup plus lentement que si la surface seule devait suffire à la dépense.

Le second artifice dont la nature se sert pour ménager

la dissipation de l'énergie solaire, c'est l'action chimique qui s'exerce entre les éléments, aussitôt que les circonstances lui permettent d'agir. Des recherches assez récentes, auxquelles j'ai fait allusion plusieurs fois, ont montré qu'à une très haute température les combinaisons chimiques les plus stables cessent d'être possibles, que les éléments dont l'affinité est la plus aiguë peuvent rester indéfiniment en présence sans se combiner, et l'on a caractérisé par le nom de *dissociation* cet état particulier de la matière. Lorsqu'une combinaison se dissocie, ce qui exige un travail très considérable, les éléments qui restent en présence à l'état de dissociation sont doués d'une énergie potentielle vraiment énorme, qui n'attend pour se convertir en énergie actuelle ou en chaleur thermométrique que l'instant où la combinaison pourra s'effectuer. Ainsi, au moment de la combinaison, une grande quantité de chaleur deviendra sensible. Or, les gaz, ou les vapeurs métalliques, maintenus dans l'intérieur du Soleil à l'état de dissociation, en venant se combiner à sa surface, mettent en liberté une immense provision de chaleur qui se dissipe en partie par rayonnement, puis, se replongeant dans la masse, vont lui emprunter de nouveau l'énergie nécessaire pour revenir à l'état de dissociation. Par cette combinaison merveilleuse, enfin, le Soleil fournit à la radiation une chaleur beaucoup plus considérable que celle dont il semblerait être le réservoir, si l'on ne consultait que sa température seule.

## VI

Si bien liée que soit la théorie de M. Faye, la conséquence peu rassurante qu'elle entraîne relativement à l'avenir du globe terrestre ne laisse pas d'impressionner désagréablement certains esprits. Aussi avons-nous vu apparaître, il y a deux ou trois ans, un nouveau système affirmant que l'énergie du Soleil n'est pas irrévocablement

perdue par le rayonnement dans les espaces stellaires, mais retourne, au moins en grande partie, vers cet astre. L'auteur de cette théorie est un ingénieur éminent, sir W. Siemens ; il faut donc bien en dire ici quelques mots.

L'origine de cette hypothèse se trouve sans doute dans certaines expériences, d'un véritable intérêt, poursuivies par M. Siemens, et desquelles il résulterait que les composés chimiques gazeux, tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau, amenés à un état de raréfaction extrême dans les tubes où l'on fait le vide, jusqu'à  $\frac{1}{1800}$  d'atmosphère de pression, par exemple, puis soumis dans cet état à l'action des rayons solaires, subiraient une vraie dissociation ; l'acide carbonique se résoudrait en oxyde de carbone et en oxygène, la vapeur d'eau en oxygène et hydrogène, etc.... Ce fait admis, et j'ignore s'il est actuellement hors de doute, M. Siemens suppose que l'espace stellaire, habituellement regardé par les astronomes comme vide de toute matière pondérable, serait au contraire partout occupé par un milieu excessivement raréfié, renfermant, outre des poussières cosmiques, le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, à l'état libre ou combinés, et provenant de la combustion qui produit à la surface du Soleil la lumière et la chaleur. Ce milieu serait à une pression inférieure à  $\frac{1}{2000}$  d'atmosphère certainement, probablement beaucoup plus petite encore ; le vide barométrique n'en donnerait qu'une faible idée. Les corps planétaires, agissant par attraction, condenseraient à leur surface une atmosphère empruntée à ce milieu raréfié, les gaz les plus lourds comme l'oxygène et l'acide carbonique formant la base, l'hydrogène et ses composés restant prédominants dans l'espace. Des idées analogues ont d'ailleurs été retrouvées par M. Sterry Hunt dans un mémoire de Newton resté peu connu.

Rapprochons cette hypothèse de l'expérience proposée par M. Siemens. Les gaz et les vapeurs, produits de la combustion du Soleil, répandus dans l'espace sous cette

faible pression, seraient dissociés par l'action des rayons solaires ; l'acide carbonique, la vapeur d'eau seraient remplacés par de l'hydrogène libre ou par des combinaisons hydro-carburées, l'oxygène restant libre. L'énergie solaire, au lieu d'être dépensée en pure perte dans le vide illimité qui nous environne, serait utilisée dans la dissociation des produits de la combustion solaire, et servirait, comme on va le voir, à préparer de nouveaux matériaux pour cette combustion.

M. Siemens imagine, en effet, qu'il existe à l'équateur du Soleil, en vertu de la force centrifuge *puissante* due à la rotation de cet astre, un courant qui porte vers l'espace extérieur, comme le ferait une turbine, les gaz brûlés dans la photosphère. Par une action « analogue à celle d'un ventilateur, » en même temps que le Soleil chasserait ainsi par son équateur les produits de la combustion, il attirerait vers ses pôles l'hydrogène, les hydrocarbures et l'oxygène répandus dans l'espace à l'état de dissociation. En se rapprochant graduellement du foyer central, ce milieu combustible passerait, d'une température très basse et d'un état d'atténuation excessif, à une pression plus forte accompagnée d'une température plus élevée, jusqu'au moment où, atteignant la surface du Soleil, il s'enflammerait vivement avec un grand dégagement de chaleur. Le résultat de cette combustion serait la formation de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'autres matériaux oxydés qui, cédant à l'influence de la force centrifuge, s'écouleraient vers l'équateur du Soleil pour être projetés dans l'espace, y subir une nouvelle dissociation et un nouveau retour vers le foyer central, et ainsi indéfiniment.

Telles sont les lignes principales du système proposé par sir W. Siemens. Attaqué, dès son apparition, par MM. Douglas Archibald, Faye, Hirn, etc., ce système a été énergiquement défendu par M. Siemens (1). S'il

(1) *Die Erhaltung der Sonnen Energie*, pp. 37-114 V. aussi *Comptes rendus*, t. XCV et XCVI.

renferme quelque vérité, ce qui n'est nullement impossible, l'avenir nous éclairera à cet égard ; mais, dès à présent, il est bien permis d'affirmer qu'en tout cas les choses ne se passent pas comme le pense M. Siemens, et que son système renferme, à côté d'hypothèses fort nuageuses, des points absolument faibles.

On a fait observer, tout d'abord, que le milieu matériel qu'il suppose répandu dans l'espace stellaire ne saurait exister, sans produire sur les planètes (et à plus forte raison sur les comètes) des effets de résistance et d'échauffement dont il est impossible de trouver une trace. M. Hirn, entre autres, calcule qu'un kilogramme de vapeur délayé dans 700 milliards de mètres cubes suffirait à produire sur la marche des corps célestes un effet appréciable. Si l'on abaisse au-dessous de cette limite la densité du milieu hydrogéné, on peut se demander ce qui restera pour l'alimentation du Soleil.

Mais il y a plus. Où M. Siemens prend-il ce courant centrifuge qui délaie dans l'espace par l'équateur les gaz brûlés du Soleil et les ramène par le pôle : « La vitesse tangentielle du Soleil à sa circonférence, dit M. Siemens, atteint 200 mètres par seconde, ce qui est la valeur à laquelle s'élèverait la vitesse tangentielle à la surface de la terre si elle accomplissait sa révolution en 5 heures au lieu de 24. Cette grande vitesse de rotation du Soleil doit occasionner un écoulement équatorial de son atmosphère..... » Il y a ici une confusion évidente. La vitesse linéaire n'a rien à voir dans la réaction centrifuge, qui dépend uniquement de la vitesse angulaire de rotation. Or, celle-ci est beaucoup plus petite pour le Soleil que pour la terre,  $\frac{1}{25}$  seulement. En réalité, la force centrifuge sur le Soleil, à l'équateur, est le sixième de ce qu'elle est sur la terre, et comme la pesanteur y est au contraire incomparablement plus puissante, l'influence de la force centrifuge est tout à fait insensible.

Il est bien vrai, M. Siemens conteste la première objection

en disant que la résistance éprouvée par une masse planétaire dans un milieu raréfié *indéfini* n'existe pas comme dans un milieu limité ; mais, outre que l'incandescence des aërolithes pénétrant dans notre atmosphère prouve le contraire, les principes mêmes de la mécanique sont violés par cette singulière théorie. Il conteste la seconde en faisant remarquer que la rotation du Soleil s'effectue non dans le vide, mais dans le milieu raréfié lui-même, ce qui conduit à des lois différentes sur l'effet de la force centrifuge. Cela est vrai, mais à moins de supposer le milieu raréfié lui-même participant dans toute son étendue à la rotation du Soleil, ce qui est à la fois invraisemblable et contraire aux observations, la pression d'un milieu matériel en repos sur l'atmosphère du Soleil rendrait les conclusions de M. Siemens sur la force centrifuge plus difficiles encore à admettre. M. Faye a d'ailleurs (1) justement signalé l'erreur de calcul qui se glissait dans les déductions de M. Siemens.

Donc, sans nier les circonstances curieuses qui viennent appuyer, dans une certaine mesure, l'hypothèse du savant anglais, ni les expériences remarquables auxquelles il en a emprunté le point de départ, nous ne pouvons, sans plus ample informé, admettre les conséquences qu'il en tire.

Les conclusions de cet examen se présentent d'elles-mêmes :

1° Tout en croyant que la chute de corps errants sur la surface du Soleil, d'après les idées de Mayer et de sir W. Thomson, peut être une source notable de chaleur et contribuer, par conséquent, à maintenir la haute température du Soleil, on doit regarder la théorie de M. Helmholtz comme bien plus rationnelle, plus propre à rendre compte de l'origine et de la conservation de la radiation solaire.

2° L'immense énergie accumulée dans les temps primitifs au centre principal d'attraction, énergie qui s'est

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, 1883, p. 79.

transformée et se transforme tous les jours en chaleur dans le Soleil, la température prodigieusement élevée qui en a été la conséquence, constituent d'ailleurs une provision de calorique qui, sans être inépuisable, sans cesser de se perdre incessamment dans les espaces stellaires, peut suffire bien longtemps à entretenir la radiation du Soleil. L'organisation merveilleuse qui force la masse entière à intervenir dans la radiation, la dissociation des éléments combinables formant une réserve considérable d'énergie potentielle, régularisent encore la dépense de chaleur solaire et dissimulent à nos observations de trop courte durée les changements que peut subir la température du Soleil, l'affaissement lent de sa puissance radiante.

Mais enfin, tout cela marche naturellement vers un terme plus ou moins rapproché ; la provision de chaleur solaire est limitée, et l'extinction de cet astre merveilleux, si éloignée qu'elle soit, nous apparaît comme inévitable : « Après avoir brillé d'un éclat égal pendant des millions d'années encore, il finira par faiblir et s'éteindre comme une lampe dont l'huile s'est épuisée. D'ailleurs, d'assez nombreux phénomènes célestes nous en avertissent ; ce sont les étoiles dont la lumière vacille, celles qui s'éteignent périodiquement, du moins pour l'œil nu, celles qui disparaissent d'une manière définitive.

» Le Soleil perd continuellement de sa chaleur ; sa masse se condense et se contracte ; sa fluidité actuelle doit aller en diminuant. Il arrivera un moment où la circulation qui alimente la photosphère... sera gênée et commencera à se ralentir. Alors la radiation de chaleur et de lumière diminuera, la vie végétale et animale se resserrera de plus en plus vers l'équateur terrestre. Quand cette circulation aura cessé, la brillante photosphère sera remplacée par une croûte opaque et obscure qui supprimera immédiatement toute radiation lumineuse. Bientôt on pourra marcher sur le Soleil, comme on le fait au bout de quelques jours sur les laves encore incandescentes au dedans qui

sortent de nos volcans. Réduit désormais aux faibles radiations stellaires, notre globe sera envahi par le froid et les ténèbres de l'espace. Les mouvements continuels de l'atmosphère feront place à un calme complet. La circulation aéro-tellurique de l'eau qui vivifie tout aura disparu ; les derniers nuages auront répandu sur la terre leur dernière pluie ; les ruisseaux, les rivières cesseront de ramener à la mer les eaux que la radiation solaire lui enlevait incessamment. La mer elle-même, entièrement gelée, cessera d'obéir au mouvement des marées. La terre n'aura plus d'autre lumière propre que celle des étoiles filantes, qui continueront à pénétrer dans l'atmosphère et à s'y enflammer. »

Ainsi, continue l'illustre savant à qui j'emprunte ces lignes « la vie doit disparaître ici-bas, et les œuvres matérielles les plus grandioses de l'humanité elle-même s'effaceront peu à peu sous l'action de quelques forces physiques qui lui survivront pendant un temps. Il n'en restera rien, pas même des ruines. Mais nous espérons, nous savons qu'il n'en sera pas de même des œuvres de l'intelligence qui nous auront rapprochés de notre divin modèle. Celles-là n'ont besoin pour subsister, ni de lumière, ni de chaleur, ni d'une terre nouvelle : elles sont recueillies pour ne pas périr (1). »

PH. GILBERT.

(1) Faye, *De l'origine du monde*, p. 252.

L'EXPOSITION INTERNATIONALE

D'ÉLECTRICITÉ

A PHILADELPHIE.

---

Dans les quatre dernières années, Paris, Londres, Munich et Vienne ont ouvert successivement de grandes expositions uniquement consacrées à l'électricité, et l'on a dû reconnaître que l'importance considérable acquise récemment par cette branche de la physique justifiait un pareil empressement. Les États-Unis n'ont pas voulu rester plus longtemps en arrière dans ce mouvement, et, malgré les difficultés résultant de leur position géographique, ils ont invité les nations civilisées à prendre part à l'exposition qu'ils ont ouverte à Philadelphie en septembre dernier. Un savant de ce pays, le R. P. Degni S. J., qui en 1881 était venu visiter à Paris la première exposition spéciale, vient de publier dans *l'American Catholic quarterly Review* un intéressant article sur celle de Philadelphie. Nous en avons traduit quelques passages sur les machines dynamo-électriques, sur les appareils de mesure, et sur les derniers progrès de la télégraphie ; et nous publions ici ces extraits, en regrettant de ne pouvoir, faute de place, en donner davantage.

« Comme je l'ai dit plus haut, au nombre des machines électro-magnétiques il faudrait ranger les dynamos ou grandes machines semblables aux premières, mais où l'agent inducteur n'est plus un aimant permanent ; c'est un électro-aimant, qui peut acquérir plus de force que le meilleur aimant permanent. Ces machines, à cause de la grande répulsion électro-dynamique qu'il faut vaincre, exigent une force motrice considérable ; la vapeur, le gaz ou, lorsque la chose est possible, l'eau courante la fournissent. Dans les dynamos comme dans les machines électro-magnétiques, l'électricité est transformée en travail mécanique. La grande force requise pour mettre en mouvement les dynamos produit, assez naturellement, des effets plus puissants ; nous leur devons ces énormes courants avec lesquels nous sommes familiarisés aujourd'hui. Il faut y considérer l'inducteur ou l'électro-aimant, connu sous le nom d'aimant de champ, et l'armature qui reçoit son influence et ne diffère pas essentiellement des bobines dans l'appareil de Clarke. Comme ces machines dynamo-électriques diffèrent dans ces deux parties essentielles ainsi que dans leurs commutateurs, nous les divisons en trois classes ; et, par rapport à l'aimant de champ, nous distinguons celles qui sont excitées par le courant non-divisé d'une autre machine complètement distincte de l'armature, celles où le courant produit dans l'armature magnétise le champ avant d'être utilisé, et enfin celles où le champ est excité par ce même courant, mais après qu'il a été divisé ou, comme on dit, *shunted*, ce qui s'obtient par l'emploi d'une bobine de résistance qui divise le courant produit dans l'armature, de façon qu'une partie passe autour de l'aimant de champ, et que l'autre va à la ligne. Toutes les machines dynamo-électriques se réduisent à une de ces classes. Quelques-unes peuvent recevoir les divers arrangements. Plusieurs d'entre elles, comme celle de Gramme, Brush, Thompson-Houston, Weston, etc., appartiennent à la seconde classe, mais peuvent être em-

ployées comme celles de la première ou de la troisième. Celle de M. Edison pour l'incandescence appartient à la troisième classe. Il serait difficile de passer en revue tous les dynamos dont on se sert de nos jours ; car leur nombre est très grand et ils ne diffèrent pas seulement par la manière de magnétiser le champ, comme on vient de le dire, mais aussi et surtout dans leurs armatures, leurs commutateurs, les diverses combinaisons de ces deux éléments, ou dans d'autres détails encore, dont quelques-uns ont une grande importance. Par exemple, quelques-uns ont les contacts ou récepteurs du commutateur mobiles, et peuvent recevoir divers arrangements qui produisent des courants d'intensité différente. A cette classe appartiennent les dynamos de Maxim et de Thompson-Houston ; cette dernière machine a un régulateur automatique, fort utile dans la pratique lorsque l'on retranche une ou plusieurs lampes d'un circuit multiple. Ce détail, avec d'autres trop nombreux à énumérer, en fait une des meilleures machines en usage de nos jours. Le dynamo de Ball, appelé aussi Unipolaire, a l'avantage d'être très léger et en même temps fort puissant... Nous nous contenterons d'ajouter une seule remarque sur ceux que nous avons vus fonctionner les premiers jours de l'exposition : tous étaient de fabrique américaine ; et aucun ne produisait des courants alternatifs, comme ceux qu'on emploie en Angleterre et en France avec les bougies Jablochhoff...

» Mentionnons en passant un nouveau fil télégraphique, composé d'un fil en acier cuivré. La conductibilité du cuivre se trouve ainsi réunie à la grande solidité de l'acier, et ce n'est pas là le seul avantage ; ce fil composé ayant une surface beaucoup plus petite que n'en aurait un fil de fer d'égale conductibilité, la perte due à l'induction électrostatique disparaît en grande partie...

» Quelques-uns de ces appareils de mesure sont de fabrique américaine, quoique le grand nombre vienne de France,

d'Allemagne et d'Angleterre. Parmi les instruments anglais mentionnés dans cette division, beaucoup appartiennent à la maison Elliott, de Londres.

» Avant les récents développements industriels et théoriques, toutes ou presque toutes les mesures électriques étaient qualitatives, c'est-à-dire que l'existence des courants pouvait être remarquée, leur nature pouvait être déterminée ; mais, fallait-il mesurer leurs autres éléments, on ne le faisait que d'une manière générale et seulement par une comparaison plus ou moins exacte avec un autre courant. Lors du placement du premier câble transatlantique, les savants anglais reconnurent l'évidente nécessité de mesures plus précises. Depuis, les résultats obtenus ont été généralisés, et même appliqués au télégraphe ordinaire et à toutes les autres applications modernes.

» Les éléments caractéristiques qu'il faut examiner dans un courant sont surtout la différence de potentiel, la force électro-motrice, l'intensité, et la résistance du conducteur. On ne saurait s'en faire une meilleure idée qu'en comparant le circuit à un tube parcouru par de l'eau. Pour que l'eau coule, il faut qu'il y ait une différence de niveau qui engendre la pression ou la force et met de la sorte le liquide en mouvement. De même, pour qu'il se produise un courant, il faut que le point de départ et le point vers lequel le courant se dirige soient dans des conditions électriques différentes ; qu'il y ait une différence de potentiel, appelée souvent, mais peu correctement, tension ; cette différence engendre la force électro-motrice, c'est-à-dire la force qui met l'électricité en mouvement. Sans cette différence, la force électro-motrice, par suite le courant, sont impossibles ; de même que, sans différence de niveau dans le tube, aucune pression ne se produirait et l'eau resterait à l'état de repos. Continuons cet exemple. Quand l'eau se meut dans le tube, je puis considérer la quantité ou le volume d'eau qui passe en une seconde, et la résistance produite par le frottement ou par toute autre cause.

De même, lorsque le courant passe, le fil ou le conducteur offre une certaine résistance, et nous devons considérer cette résistance, aussi bien que l'intensité ou la quantité d'électricité passant en une seconde. Entre ces éléments caractéristiques d'un courant, il existe une relation réciproque, ayant pour formule la loi que Ohm trouva par le calcul et que Pouillet confirma par l'expérience. Connue sous le nom de loi de Ohm, elle peut s'énoncer comme suit : « L'intensité d'un courant dans un circuit électrique est directement proportionnelle à la force électro-motrice, et inversement proportionnelle à la résistance. » Pour avoir, par conséquent, des mesures exactes, il faut apprécier la résistance, la force électro-motrice et l'intensité ; lorsqu'il y a un condensateur où l'électricité s'accumule, il faut aussi tenir compte de la quantité. Pour toutes ces mesures, il fallait choisir certaines unités ; et, de commun accord, les physiciens ont déterminé un système d'unités électriques et magnétiques absolues. Le terme absolu, qu'on veuille le remarquer, est simplement opposé ici à relatif ; il signifie que les mesures, au lieu de n'être que des rapports à une quantité arbitraire de même espèce, sont rapportées aux unités fondamentales de temps, d'espace et de masse. Faisons une comparaison. Mesurer une force par le nombre de chevaux qu'elle remplace, c'est employer une mesure relative ; la mesurer en *foot-pounds* (1), c'est se servir d'une mesure absolue. Le foot-pound est le travail requis pour élever une livre à la hauteur d'un pied. De même, dire qu'une chaudière a une pression de cinq atmosphères, c'est exprimer sa force d'une manière relative ; dire que sa pression est de 75 livres par pouce carré, c'est l'exprimer en unités absolues.

» En 1863, la British Association nomma un comité composé des plus éminents électriciens de la Grande-Bretagne, pour déterminer les unités de mesures électriques. Le

(1) Le *foot-pound* (pied-livre) est l'unité anglaise servant à mesurer le travail. L'unité métrique est le kilogrammètre.

comité, au bout de huit ans, publia un rapport fort détaillé, et adopta un système d'unités basé sur le centimètre pour unité de longueur, le gramme pour unité de masse, la seconde pour unité de temps. Un compte rendu des délibérations serait trop long, trop compliqué et trop technique; nous ne le donnerons pas, mais nous nous contenterons d'une courte indication des résultats auxquels elles ont abouti, en observant qu'on adopte généralement ces unités depuis les deux congrès de 1881 et 1884. Elles sont appelées unités de l'Association Britannique, pour les distinguer des unités arbitraires adoptées précédemment, différentes pour chaque pays, parfois même pour les différentes parties d'un même pays. On a donné aux unités de l'Association Britannique les noms de savants électriciens.

» L'unité de résistance est appelée Ohm. Déterminé par le dernier congrès tenu à Paris, en avril 1884, l'Ohm est la résistance qu'offre à un courant électrique une colonne de mercure bien pur à 0° cent., ayant une section d'un millimètre carré (0,0155 pouce carré) et une longueur de 106 centimètres (41,733 pouces); il a, à très peu de chose près, la valeur de l'unité Siemens, fréquemment employée autrefois.

» L'unité de force électro-motrice est appelée Volt, et correspond à très peu près à celle d'un élément de Daniell, dont la valeur exacte est 1,079 Volt. Lorsqu'on ne considère que la force électro-motrice, la dimension ne doit pas être prise en considération, puisqu'elle n'affecte que la résistance intérieure.

» L'intensité se mesure en Ampères, appelés quelquefois Webers, quoique ce nom soit généralement abandonné de nos jours. Un Ampère, c'est l'intensité du courant produit par une force électro-motrice d'un Volt avec une résistance d'un Ohm.

» L'unité de quantité est le Coulomb; elle représente la quantité d'électricité traversant un conducteur en une seconde, lorsque l'intensité du courant est d'un Ampère.

» Enfin le Farad est l'unité de capacité, et représente la capacité d'un condensateur qui contient un Coulomb au potentiel d'un Volt.

» Après ces remarques, fastidieuses peut-être, mais nécessaires au but que nous poursuivons, on comprendra aisément ce qu'on entend par les Ohmmètres, les Voltmètres, les Ampèremètres et les Coulombmètres. Beaucoup de ces instruments se trouvent à l'exposition. Ce sont des moyens pratiques pour faire les mesures en question, ils peuvent être maniés même par des personnes qui ne sont pas tout à fait au courant de la théorie. On pourrait les comparer à des gazomètres ou à des hydromètres ordinaires, dans lesquels une simple lecture vous fait connaître la quantité de gaz ou d'eau qui les a traversés en un temps donné. Cependant des recherches plus scientifiques ou la mesure de quantités fort variables exigent des instruments plus délicats. Ceux-ci sont employés en guise d'étalon pour construire les appareils dont nous venons de parler. On en trouve aussi à l'exposition. Nous avons remarqué la bobine de résistance avec le pont de Wheatstone servant à mesurer les fortes résistances, lorsque la colonne de mercure mentionnée plus haut serait pratiquement impossible. La force électro-motrice exige des éléments types. La même section en renferme plusieurs, en même temps qu'un grand nombre de galvanomètres servant à enregistrer l'intensité des courants....

» La partie la plus richement fournie de toute l'exposition est sans contredit celle des applications de l'électricité. Comme je l'ai déjà dit plus haut, elle est subdivisée en deux grandes sous-sections, suivant que les instruments exigent des courants faibles ou des courants forts. La première sous-section est divisée elle-même en 19 classes, consacrées aux télégraphes, aux téléphones et à toute espèce d'appareils servant à donner des signaux au moyen de l'électricité, avertisseurs d'incendie ou d'effrac-

tion, horloges électriques, etc. Leur nombre est prodigieux. Il y a des applications à l'art du dentiste, à la chirurgie, aux industries du fleur, du tisserand, du mineur, à la guerre, à la musique, etc., toutes choses peu homogènes, qui n'ont de commun que l'électricité. Il y a des orgues dont les soufflets sont mis en mouvement par l'électricité ; un moteur électrique fait fonctionner la presse de l'*Electric World*. Parmi les objets assez peu nombreux fournis par la marine des États-Unis, il y a une invention ingénieuse pour déterminer l'explosion des torpilles. Près de cet engin meurtrier, il y a un nouvel appareil très remarquable et d'invention étrangère, appelé le projecteur Mangin ; il est destiné à l'usage des phares.

» La seconde sous-section, les applications de l'électricité qui exigent de forts courants, est divisée en 7 classes et renferme tous les instruments relatifs à l'éclairage électrique, par l'arc voltaïque ou par incandescence, ou à l'électrométallurgie ; des accumulateurs, des électro-moteurs, de ceux surtout qui servent à transmettre la force à grande distance. Dans cette multitude d'objets il serait impossible d'expliquer autre chose que les appareils d'invention récente.....

» Occupons-nous de la télégraphie. Les instruments en usage dans cette branche de l'électricité appliquée sont sans doute très différents les uns des autres ; tous néanmoins dérivent du principe de l'électro-magnétisme, dont nous avons parlé plus haut. De tous ces instruments le plus commun est le télégraphe Morse, quoique le télégraphe à impression soit aussi d'un fréquent usage. Les progrès faits dans cette partie de l'électricité sont vraiment remarquables. On constate non seulement un développement dans les détails, mais dans la nature du système lui-même. Ainsi, par exemple, nous avons le télégraphe double et quadruple, d'un emploi si fréquent en Amérique et en Europe ; et le plus merveilleux de tous, le dernier développement, connu sous le nom de système multiple syn-

chrone de Delany, qui permet d'envoyer en même temps 72 dépêches par la même ligne dans l'une et l'autre direction. Cette invention, perfectionnée depuis peu de mois seulement, peut être appliquée à l'appareil Morse, avec six ou douze appareils expéditeurs et enregistreurs. Il serait impossible d'en donner une idée complète sans l'emploi de figures ; et nous resterons dans les généralités. Comme toutes les grandes découvertes, celle-ci n'est pas le produit des études d'un seul homme ; toutefois, les détails introduits par M. Delany sont si nombreux qu'ils justifient pleinement le nom donné à ce système. Comme l'inventeur le reconnaît lui-même, l'invention est basée sur la *Roue phonique* de Poul La Cour, de Copenhague. Ses arrangements sont extrêmement compliqués, mais les remarques suivantes nous en donneront du moins quelque idée. La roue de La Cour est un cylindre plat portant à un point de sa circonférence une brosse métallique, laquelle en tournant uniformément avec la roue touche un certain nombre de pointes métalliques placées sous le cylindre en rotation. Grâce à cet arrangement, la roue remplit pour le courant électrique le rôle de commutateur. Concevons deux de ces commutateurs tournant rapidement et d'un mouvement égal aux deux extrémités de la ligne. Supposons que chaque brosse passe successivement sur six des pointes métalliques, de façon qu'à la station de départ le courant passe successivement de la batterie dans six instruments ou clefs pendant que le cylindre fait une révolution, tandis qu'à l'autre extrémité de la ligne et pendant le même temps précisément, le courant passe par 6 récepteurs. Il est clair que le signal transmis par la première clef sera enregistré par le premier récepteur, le signal transmis par la seconde clef sera enregistré par le second récepteur, et ainsi de suite. Si les signaux sont courts, un seul passage de la brosse sur le point de contact correspondant les enverra intégralement au récepteur correspondant à l'autre extrémité de la ligne ; si le signal est long, deux ou trois

contacts n'en transmettront qu'un seul ; car l'action du courant sur chaque instrument est comme si elle était continue. L'action intermittente du courant n'affecte pas le relais du poste récepteur, parce qu'on emploie des relais polarisés au lieu des relais ordinaires. Les relais polarisés n'agissent qu'au renversement du courant. L'emploi de commutateurs au lieu de simples clefs interruptrices permet au renversement de se produire à la fin du signal ; le courant s'interrompt, mais ne change pas, pendant l'expédition.

» Ces principes fondamentaux ne sont pas particuliers au seul système Delany. Le trait distinctif de l'invention est le moyen par lequel on obtient le parfait synchronisme des commutateurs en rotation. On emploie pour cela des diapasons à l'unisson qui ferment et ouvrent le courant à chaque oscillation, et, quand les diapasons ne sont pas à l'unisson, un système de courants correcteurs qui retardent ou accélèrent l'un des commutateurs jusqu'à trois fois en un tour, suivant qu'il se trouve en avant ou en retard sur l'autre. M. Delany y est parvenu par un moyen ingénieux, qui place son invention parmi les plus remarquables de notre temps.

» Lorsqu'on se sert du télégraphe Morse ordinaire, on peut diviser le commutateur en six parties, dont chacune est reliée avec son instrument : six opérateurs peuvent, dans ce cas, travailler aussi rapidement qu'ils le désirent. S'ils se contentent de la vitesse moyenne des messages ordinaires, on divise le commutateur en 12 parties, et l'on permet ainsi à 12 opérateurs de travailler chacun à son appareil. Avec les récepteurs des télégraphes imprimants, le nombre peut aller à 18, 36, ou même 72, le commutateur étant divisé en autant de parties. Cet arrangement permet d'obtenir le secret le plus parfait. De plus, les dépenses étant singulièrement diminuées, le prix des dépêches baisse en proportion.»

# BIBLIOGRAPHIE

---

## I

COURS D'EXPLOITATION DES MINES, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Tome II, 1 vol in-8° de 889 pages, avec 378 figures dans le texte. Paris, Dunod, 1885.

L'année dernière, nous analysions pour les lecteurs de la *Revue* le premier volume du *Cours d'exploitation des mines* de M. Haton.

Le tome II, impatientement attendu, a paru dans les derniers jours de 1884, et ce bel ouvrage, destiné à servir de guide à tous ceux qui, pour un motif quelconque, s'intéressent à l'exploitation des richesses minérales, est désormais complet. Un rapide exposé des matières traitées dans ce second volume donnera une idée de la somme de renseignements précieux qui s'y trouve accumulée.

La *sixième* partie de l'ouvrage, par laquelle débute le tome II, est consacrée à l'EXTRACTION. Le premier chapitre, qui porte le numéro xxxi, traite des *Câbles* et l'on y trouve la théorie complète du câble diminué.

Vient ensuite (chap. xxxii) l'exposé des divers *appareils d'extraction*, depuis la simple benne ou cuffat jusqu'aux cages les plus perfectionnées, avec description des systèmes de chevalements, molettes, bobines, recettes et procédés de déchargement.

Le chapitre xxxiii est consacré à l'étude, aujourd'hui très avancée, des moyens propres à *régulariser le travail de l'extraction*, en rendant

l'effort de la machine constant, malgré la profondeur variable à laquelle se trouve à chaque moment la charge. L'auteur décrit les *câbles d'équilibre* et fait connaître ensuite, dans une théorie mathématique qui lui est propre, les propriétés générales des tambours d'équilibre, avec application de cette théorie aux tambours spiraloïdes ; après une savante étude des bobines, M. Haton passe aux tambours coniques, pour finir par la description des chariots et chaînes de contrepoids.

Le chapitre xxxiv, accompagné d'excellentes figures, traite du *moteur d'extraction*, considéré dans son ensemble, de la détente, des moyens d'action du mécanicien, enfin des calculs par lesquels on détermine la puissance de la machine en vue des besoins à satisfaire.

L'*extraction pneumatique* fait l'objet du chapitre xxxv, où elle est étudiée avec une prédilection visible. L'auteur y décrit les ingénieuses combinaisons par lesquelles M. Blanchet a réalisé, aux mines d'Épinae, ce mode d'extraction, si séduisant en principe par la suppression du câble et de tous ses accessoires.

Enfin, dans le chapitre xxxvi, il est question des procédés spéciaux qui, dans bien des cas, conviennent, mieux que toute autre installation, aux besoins particuliers de l'exploitation de certaines matières : ainsi les moteurs animés, les extractions hydrauliques, les treuils mécaniques, à air comprimé ou à vapeur, les extractions à ciel ouvert, les appareils de descente et ces installations qui, sous le nom de *rivages*, acquièrent une si grande importance dans les mines de houille desservies directement par des canaux ou des cours d'eau navigables.

La *septième* partie de l'ouvrage se rapporte à l'*ÉPUISEMENT*. Dans le chapitre xxxvii, il est question de l'*aménagement des eaux* et des *investisons*, c'est-à-dire des travaux d'isolement des massifs dangereux. Après la description des ouvrages connus sous les noms de serremments et de plates-cuves, l'auteur donne des détails intéressants sur les mines dont l'exploitation se poursuit sous la mer. Il cite, en particulier, une curieuse exploitation d'alluvions stannifères en Cornouailles, où, par un véritable défi jeté à la nature, on parvient à exploiter *par éboulement* au-dessous d'une certaine profondeur d'eau. L'examen des travaux de captage et des grandes galeries d'écoulement, dont il existe en Allemagne de si remarquables exemples, termine ce chapitre.

Dans le suivant (xxxviii) sont examinés les divers systèmes de  *pompes de mines*, les pompes Rittinger et les pompes d'avalereses,

tandis que le chapitre XXXIX s'occupe des *moteurs d'épuisement*, à simple ou à double effet, à double effet et à cataracte, à double effet, à volant et à cataracte, enfin avec emploi du régénérateur de force Bockholtz. Le tout est suivi d'une indication de la méthode à employer pour le calcul du moteur dans un avant-projet d'épuisement.

Les *moyens spéciaux d'épuisement*, pompe continue, pulsomètre, pompe à air comprimé, machines à colonne d'eau, épuisement par le câble, font l'objet du chapitre XL.

Ici commence une *huitième* partie, consacrée à l'AÉRAGE et que l'auteur a traitée avec des développements tout particuliers. Cette section de l'ouvrage ne comprend pas moins de 160 pages et, si l'on y ajoute ce qui, dans la neuvième partie, a trait à l'éclairage et aux coups de feu, on arrive à un total de 240 pages. Cette préférence s'explique, si l'on réfléchit que le cours de M. Haton de la Goupillière s'adresse principalement aux futurs ingénieurs de l'État, et que l'une des attributions les plus essentielles du corps des mines est de veiller à l'observation scrupuleuse des mesures qui peuvent garantir la sécurité des ouvriers. L'humanité, d'ailleurs, ne rend pas ce devoir moins essentiel pour les exploitants, et tant de dangers menacent les mineurs qu'on ne saurait trop insister sur la nécessité de la ventilation, seul remède efficace contre le grisou. De plus, M. Haton de la Goupillière a été autrefois secrétaire de la commission, instituée par le Ministère des travaux publics, pour étudier cette grave question. On lui doit, sur ce sujet, un rapport remarquable, inséré aux *Annales des Mines* et devenu partout d'un usage courant. Enfin, près de lui, deux ingénieurs des mines, M. Mallard, qui joint une grande compétence technique à sa science incontestée de cristallographe, et M. Le Châtelier, se sont livrés, sous les auspices de l'administration, à des expériences du plus haut intérêt, dont M. Haton n'a pas manqué de faire profiter ses lecteurs. Tout cela donne à cette partie du livre une importance spéciale, dont on pourra juger par l'énoncé des titres des différents paragraphes.

Le premier chapitre (XLI) est relatif à l'*Atmosphère des mines*. L'auteur étudie spécialement la marche de la température ; il n'oublie pas d'enregistrer les résultats décisifs constatés dans le percement du Saint-Gothard, en ce qui concerne la santé des ouvriers et, à cette occasion, revenant pour un moment sur un sujet traité dans le précédent volume, il consacre quelques pages au remarquable procédé de M. Poetsch, fondé sur l'emploi de la *congélation*, non plus comme

moyen de diminuer la température, mais comme méthode de fonçage à travers les terrains très aquifères.

M. Haton examine ensuite la composition de l'atmosphère des mines, les propriétés du *grisou*, ce gaz si variable et longtemps si mal connu ; les conditions de son inflammation, son gisement, les pressions énormes, dépassant vingt-cinq atmosphères, auxquelles ce gaz est fréquemment soumis ; enfin l'influence que les variations barométriques peuvent exercer sur son dégagement.

Le chapitre XLII s'occupe de la *Ventilation des mines*. L'auteur s'est inspiré des beaux travaux de MM. Devillez, Atkinson et Clark, qu'il cite en mainte occasion. Il étudie la question du volume d'air nécessaire et, réagissant contre le paradoxe, répandu dans certains districts, qui accuse le courant d'air de faciliter, par son énergie même, le dégagement du grisou, il montre que l'excès d'air est seul capable de noyer le gaz dangereux. L'étude de la dépression convenable fournit l'occasion d'une discussion savante, où interviennent les ingénieuses considérations de M. Guibal sur le *tempérament de la mine* et celles de M. Murgue sur l'*orifice équivalent*. Puis viennent les données relatives à la vitesse et la description des appareils de mesure. Après quoi le chapitre XLIII traite de l'*Aménagement du courant d'air*, soit dans les travaux neufs, soit dans les vieux travaux.

L'étude des *Ventilateurs* occupe le chapitre XLIV. Après une indication relative aux appareils de fermeture des puits, l'auteur examine la question du refoulement et celle de l'aspiration. Il décrit les fonctions du ventilateur, la disposition des orifices de passage, et arrive à l'examen des divers systèmes de ventilateurs : d'abord les *volumogènes*, comme les a nommés M. Murgue, puis les ventilateurs à force centrifuge, avec théorie analytique du ventilateur Guibal ; enfin les ventilateurs à impulsion oblique. Le chapitre XLV a trait aux moyens d'*aérage sans machines* et comprend : l'aérage naturel, l'emploi des foyers, celui des moyens divers, tels que l'assainissement sans aérage, les procédés de captage ou d'absorption, tous d'une efficacité douteuse.

La *neuvième partie* est intitulée SERVICES DIVERS. En premier lieu (chap. XLVI) vient l'importante question de l'*Éclairage*. Après l'examen des systèmes à feu nu et des lampes électriques qui, tout en rendant déjà quelques services, n'ont pas encore produit tout ce qu'on en attendait, vu l'action de l'étincelle sur les gaz détonants, M. Haton passe en revue les lampes de sûreté et décrit les types les mieux conçus, tels que les lampes Mueseler et Marsaut. Viennent ensuite

l'organisation des lampisteries et l'indication des procédés de constatation du grisou dans les travaux.

Les *Coups de feu* font l'objet du chapitre XLVII. Ce sont d'abord les coups de grisou, à propos desquels M. Haton décrit, avec une précision et une sobriété qui n'en sont que plus saisissantes, quelques-unes des principales catastrophes dont l'histoire des mines ait gardé le souvenir, notamment celles du Puits Jabin. de l'Oaks Colliery en Yorkshire et de Frameries. Il s'occupe ensuite des coups de poussière, puis des moyens à employer pour le sauvetage, enfin des appareils respiratoires en usage, soit dans les mines à grisou, soit dans celles où l'exploitation est obligée d'entamer la lutte contre des incendies souterrains.

Sous la rubrique *Accidents divers*, le chapitre XLVIII traite des incendies, éboulements, coups d'eau. A ce propos, M. Haton, à l'affût de toutes les nouveautés utiles, ne manque pas de décrire les procédés si ingénieux par lesquels M. Reumeaux a tout récemment repris possession, aux mines de Lens, d'un quartier noyé par la rencontre d'une faille aquifère. Rarement l'art des mines a eu à enregistrer une campagne plus sagement combinée ou mieux conduite.

Dans le chapitre XLIX, nous trouvons d'utiles indications sur le *Personnel des mines*. L'auteur y passe en revue l'organisation du personnel, la statistique, le règlement, si nécessaire à faire observer, enfin les institutions ouvrières ; ces dernières sont, on peut le dire, l'honneur et le salut de l'industrie minière ; car nulle autre branche du travail humain n'a fait plus d'efforts pour assurer le bien-être et la moralisation des ouvriers.

A ce point de vue se rattachent les installations ayant pour but de diminuer la fatigue et les dangers de l'entrée ou de la sortie pour les mineurs. C'est ainsi que, dans le chapitre L, M. Haton décrit les divers modes de descente et les ingénieuses Fahrkunst, si perfectionnées en Belgique.

Jusque-là il n'était question que de l'extraction des substances utiles. Mais en général ces substances ne peuvent être employées telles qu'elles sortent du sein de la terre. Il faut les enrichir, en les débarrassant le plus possible des gangues auxquelles elles sont mélangées. Ce devoir, compris de tout temps par les mines métalliques, s'impose aujourd'hui aux producteurs de charbon ; car il devient de moins en moins possible d'employer la houille à l'état cru. A ce besoin répond la PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS, dont l'étude forme la dixième et dernière partie de l'œuvre de M. Haton.

Dans le chapitre LI, nous trouvons la description du *Travail à la*

*main*, du *Broyage* et du *Classement*, avec étude théorique des cylindres broyeurs, ainsi que des procédés de débouillage et de classement de volume.

Le chapitre LII est intitulé *Criblage à la cuve* et débute par une théorie analytique, que suit la description des lavoirs à eau stagnante, tels que celui de M. Marsaut. Viennent ensuite les bacs à piston, les appareils à courant ascendant, les bacs pointus (*Spitzkasten*), à courant horizontal, les ateliers savamment combinés du système Lührig-Coppée, véritables appareils d'horlogerie, installés aujourd'hui dans un grand nombre de mines de houille, enfin les lavoirs à force centrifuge.

Le *Lavage sur les tables* fait l'objet du chapitre LIII. On y trouve la théorie des lavoirs fixes, la description des tables rectilignes, des tables circulaires, des appareils à secousses, enfin celle des *trieuses magnétiques*, qui commencent à jouer un certain rôle dans les mines où un minerai de zinc est mêlé à du carbonate de fer, qu'un grillage particulier transforme en oxydure.

Le chapitre LIV donne des détails sur l'organisation, le personnel et les frais des ateliers de préparation, soit dans les mines de houille, soit dans les extractions de matières pierreuses, soit dans les mines métalliques.

Comme dans le premier volume, et à un degré encore supérieur, vu la nature des questions traitées, il y a lieu d'admirer, dans le tome II du *Cours d'exploitation*, le grand nombre et la parfaite exécution des figures, toujours intercalées dans le texte. Les dessins de machines ou d'ateliers sont de petits chefs-d'œuvre, donnant une idée parfaite des objets décrits, et si soignés qu'on y pourrait presque relever des cotes. Il y a aussi un nombre considérable de documents numériques judicieusement choisis, ainsi qu'une profusion d'indications bibliographiques, qui permettent à chacun de remonter aux sources les meilleures et les plus récentes.

Du reste, l'opinion est déjà faite à l'égard de cet ouvrage, signalé, dès son apparition, comme un modèle de *Cours*, contenant tout ce qu'il faut et rien que ce qu'il faut pour l'enseignement d'une grande école. La forme en est aussi soignée que le fonds en est riche, et la littérature technique de langue française ne peut que se féliciter vivement d'une telle acquisition. Ajoutons qu'il y a moins d'un an, l'Académie des sciences de l'Institut de France a ouvert ses portes à M. Haton de la Goupillière, consacrant ainsi, par le plus envié des témoignages, la valeur scientifique de l'auteur du *Traité des mécanismes*. Cette distinction n'a d'ailleurs pas ralenti le zèle du savant

ingénieur et nous savons qu'à son *Cours d'exploitation* ne tardera pas à se joindre un *Cours de machines*, auquel on peut prédire d'avance un égal succès.

A. DE LAPPARENT.

## II

COORDONNÉES PARALLÈLES ET AXIALES, par Maurice d'OCAGNE, élève ingénieur des Ponts et Chaussées, vice-secrétaire de la Société mathématique de France; Paris, Gauthier-Villars, 1885.

Les coordonnées tangentielles ont aujourd'hui la même importance que les coordonnées ponctuelles; elles correspondent au second mode de génération des lignes par le déplacement continu d'une droite dans un plan. Leur emploi a facilité et étendu considérablement les recherches géométriques. La brochure de M. d'Ocagne s'occupe de deux systèmes de coordonnées de la droite, qu'il désigne sous les noms de coordonnées parallèles et axiales. Dans le premier, on prend préalablement deux origines A et B, et deux droites parallèles  $Au$ ,  $Bv$  passant par ces points: les coordonnées parallèles d'une droite sont les segments  $u$  et  $v$  qu'elle détermine sur les axes à partir des origines. Ces quantités diffèrent des coordonnées tangentielles ordinaires et corrélatives des coordonnées cartésiennes  $x$  et  $y$ ; mais elles se rapprochent des coordonnées trilatères tangentielles, si le troisième sommet C du triangle de référence est reporté à l'infini de manière que la troisième coordonnée devienne l'unité; les segments  $u$  et  $v$ , pour chaque droite du plan, sont alors proportionnels aux distances de cette droite aux sommets A et B. Dans ce système, toute équation du  $m^{\text{ième}}$  degré en  $u$  et  $v$  définit une courbe de la  $m^{\text{ième}}$  classe; seulement, on retombe dans l'inconvénient des équations non homogènes. Après la résolution de quelques problèmes sur le point et la droite, l'auteur discute l'équation du second degré, et donne plus de détails qu'on ne le fait généralement avec les coordonnées tangentielles sur la nature de la courbe, le centre, les directions conjuguées, les axes. Il trouve pour l'équation réduite des coniques à centre  $uv = k$ , qui exprime une propriété géométrique facile à énoncer. Plus loin, l'auteur compare le système de coordonnées rectangulaires renfermant un *point origine* et deux axes, avec le système des coordonnées parallèles renfermant un *axe origine*

et deux points, afin d'établir les principes d'une méthode de transformation des propriétés métriques d'une figure. Étant donnés deux points A et B, on connaît les formules qui donnent les coordonnées rectangulaires du point P divisant le segment AB dans un rapport donné ; les mêmes expressions en coordonnées parallèles se rapportent à trois droites concourantes  $a, b, p$ , et l'on dit que la droite  $p$ , corrélative de P, divise le système  $(a b)$  corrélatif de  $(A B)$  dans le même rapport. Pour les angles, l'auteur définit d'abord un nouvel élément qu'il appelle *module angulaire* d'un point, et prend pour l'angle de deux points la différence de leurs modules. Il arrive alors que la même formule donne l'angle de deux points et l'angle de deux droites dans les deux systèmes de coordonnées ; par suite, l'angle de deux points en coordonnées parallèles est égal à l'angle des deux droites corrélatives en coordonnées rectangulaires. Tels sont les deux principes qui servent à la transformation des propriétés segmentaires et angulaires. L'auteur montre par de nombreux exemples tout le parti que l'on peut tirer de sa méthode. La sincérité m'oblige à faire ici une observation importante. Toutes les déductions précédentes se présentent d'une manière plus simple et plus naturelle avec les coordonnées tangentielles ordinaires. Le module angulaire d'un point, que l'auteur définit avec assez de peine, est un *coefficient angulaire*, c'est-à-dire la constante  $m$  dans l'équation :  $u = mv + n$  ; cette constante représente la tangente de l'inclinaison du rayon vecteur de ce point sur l'axe des  $x$  négatifs. L'angle de deux points est celui des droites issues de l'origine et passant par ces points ; il se détermine par la même formule que celui de deux droites en coordonnées cartésiennes ; de là découle la signification de points parallèles, points perpendiculaires ; toutes ces dénominations sont connues et employées avec les coordonnées tangentielles. Il restait à en faire l'application à la transformation des figures, et, sous ce rapport, M. d'Ocagne nous montre très bien la marche à suivre.

Dans le système de coordonnées axiales, une droite se détermine par l'angle  $\theta$  qu'elle fait avec un axe  $Ox$  et la distance  $d$  de son point d'intersection avec  $Ox$  au point fixe  $O$ . Après avoir donné les formules qui les relient aux coordonnées parallèles, l'auteur en fait l'application aux diverses questions relatives à la longueur de la tangente, de la normale, du centre de courbure, etc. d'une courbe ; il étudie ensuite quelques lignes spéciales, entre autres celle qui répond à la question suivante : Trouver une courbe telle que la distance de ses tangentes à l'origine  $O$  soit égale à la longueur de la normale correspondante. Ce

système de coordonnées, pris en lui-même, ne peut avoir une bien grande portée; pour s'en servir, on remplace une fonction algébrique par une expression transcendante; en général, une telle substitution ne peut être que désavantageuse. Dans une note, on trouve une méthode de transformation des courbes en rapport avec les coordonnées axiales. Étant données une courbe  $C$  et une droite  $\Delta$ , une tangente quelconque  $t$  rencontre  $\Delta$  en un point  $T$  et fait avec l'axe l'angle  $\theta$ ; on mène par  $T$  une droite  $t'$  faisant avec  $\Delta$  un angle  $\theta'$  lié à  $\theta$  par une certaine relation  $f(\theta, \theta') = 0$ : l'enveloppe de la droite  $t'$  est la transformée axiale de  $C$ . Si on mène  $t'$  perpendiculairement à  $t$ , on a une transformation par tangentes orthogonales. En choisissant convenablement la relation  $f$ , cette méthode doit conduire à des résultats intéressants et inattendus.

Le travail de M. d'Ocagne peut être très utile aux jeunes géomètres; ils y trouveront quelques points de vue nouveaux, dignes de leur attention, avant d'aborder un ordre d'idées plus élevé.

J. C.

### III

BULLETTINO DI BIBLIOGRAFIA E DI STORIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE. — ATTI DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI, etc.

Le prince Boncompagni nous adresse les brochures dont nous transcrivons ci-dessous les titres, et nous nous empressons d'en faire connaître sommairement le contenu.

1. *Sopra un' equazione indeterminata*. Nota dell' Ingegnere S. **Realis**. (Extrait du BULLETTINO etc., t. XVI, 1883). Roma, Tipografia delle Scienze matematiche e fisiche, via Lata. Num<sup>o</sup> 3, 1883. Deux pages in-4<sup>o</sup>.

Solution de l'équation indéterminée  $y^4 + (y^2 - 1)^2 = z^2$ .

2. *Étude sur l'équation indéterminée  $ax^4 + by^4 = cz^2$* , par le P. Th<sup>le</sup>. **Pepin**. S. J. Extrait des ATTI etc., t. XXXVI, sessione VII<sup>a</sup>, 1883. Rome, etc., 1883. Trente-sept pages, in-4<sup>o</sup>.

I. Sur les équations  $x^4 - y^4 = z^2$ ,  $x^4 + y^4 = 2z^2$ ,  $2x^4 - y^4 = z^2$ . II. Solution complète de l'équation  $x^4 + 20y^4 = z^2$ . III. Solution complète de l'équation  $11x^4 - 7y^4 = z^2$ . IV. Sur une méthode d'Euler

pour rendre rationnelle la racine carrée d'un polynôme du quatrième degré, à coefficients rationnels. V. Sur l'équation indéterminée  $ax^4 + by^4 = (a+b)z^2$ .

3. *Sur le dernier théorème de Fermat*, par M. E. de Jonquières (Extrait des ATTI, etc., t. XXVII, etc.) Rome, etc. 1884. Trois pages in-4°.

Si  $a^n + b^n = c^n$ ,  $a < b < c$ ,  $a$  et  $b$  ne peuvent être premiers tous deux ;  $b$  est un nombre composé ; si  $a$  est premier,  $c = b + 1$ .

4. *Étude arithmétique d'une équation indéterminée du troisième degré*, par M. de Jonquières, vice-amiral (Extrait des ATTI, etc., t. XXVII, etc.) Rome, etc. 1884. Cinq pages in-4°.

Étude de l'équation  $(x+1)(x+2)(x+3) - 6 = 3(y+1)(y+2)$  qui se présente dans la théorie du contact des surfaces algébriques.

5. *Théorie de la décomposition des nombres en une somme de cinq carrés*, par le P. Th<sup>le</sup>. Pepin, S. J. (Extrait des ATTI, etc., t. XXXVII). Rome, etc., 1884. Quarante pages in-4°.

Détermination du nombre de manières différentes dont un nombre donné peut être représenté par une somme de cinq carrés.

6. *Teoremi di Sofia Germain intorno ai residui biquadratici*. Nota di Angelo Genocchi (Extrait du BULLETTINO, t. XVII). Roma, etc., 1884. Quatre pages in-4°.

Démonstration de l'exactitude de plusieurs théorèmes de la célèbre mathématicienne, et renseignements bibliographiques et exemples numériques relatifs à des questions analogues traitées par Gauss et Dirichlet.

7. *Alcune asserzioni di C. F. Gauss circa le forme quadratiche  $Y^2 \pm nZ^2$* . Nota di A. Genocchi (Extrait du BULLETTINO, t. XVII). Roma, etc., 1884. Trois pages in-4°.

Gauss avait signalé brièvement, en donnant un exemple, une erreur de Sophie Germain. M. Genocchi indique exactement, au point de vue théorique, la cause de cette erreur.

*Due lettere di C. F. Gauss pubblicate dal Principe B. Boncompagni*. Nota di A. Genocchi. Torino, Ermanno Loescher, libraio della R. Accademia delle Scienze, 1884 (Extrait des ATTI DELLA R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO, vol. XX). Cinq pages in-8°.

Analyse de la lettre dont il a été rendu compte dans la *Revue*, t. XVI, pp. 573-576, et d'une autre lettre antérieure, la première que Gauss ait écrite à Sophie Germain. Celle-ci contient quelques résultats du célèbre géomètre de Göttingue sur les résidus cubiques, sujet auquel il a à peine fait quelques allusions dans ses ouvrages impri-

més. M. Genocchi signale avec raison une appréciation de l'autre lettre de Gauss, due à M. L. Kronecker et publiée dans les *Bulletins* de l'Académie de Berlin pour 1884, p. 959-960.

P. M.

#### IV

LA PREMIÈRE PAGE DE MOÏSE ET L'HISTOIRE DE LA TERRE, par le P. A. CASTELEIN S. J. — Louvain, 1 vol. in-12 de 528 pages, 1884.

LA CRÉATION ET L'ŒUVRE DES SIX JOURS. Étude scientifique et apologétique, par J. J. D. SWOLFS, professeur au Petit-Séminaire de Malines ; 3<sup>e</sup> édition entièrement refondue et augmentée. Braine-le-Comte, 1 vol. in-12 de 320 pages, 1885.

Chacun de ces ouvrages contient une série de conférences sur l'un des points les plus discutés de la controverse contemporaine : la cosmogonie de la Bible vis-à-vis des découvertes et des théories de la science moderne.

Les conférences de M. Swolfs publiées d'abord en 1874 sont rééditées aujourd'hui pour la troisième fois, et élevées à la hauteur des essais tentés dans ces derniers temps pour accorder Moïse et les savants. Celles du P. Castelein continuent l'œuvre entreprise par l'auteur dans son livre sur l'*Accord de la science et de la foi* ; elles nous donnent, sur le récit de la Genèse, le dernier mot de l'exégèse et de la science actuelles.

Toutefois, pour traiter un même sujet, les deux auteurs suivent un plan tout différent.

Dans ses deux premières conférences, le P. Castelein expose l'enseignement de Moïse sur l'origine du monde, l'évolution de notre planète et le berceau de l'humanité ; il s'attache à mettre en lumière le sens littéral du premier chapitre de la Genèse.

Il développe, dans les cinq conférences suivantes, les faits précis, les vérités certaines et les hypothèses probables qui constituent l'enseignement de la science touchant l'origine de la terre et des êtres vivants qui se sont succédé sur sa surface. Cet exposé scientifique ne comprend pas moins de trois cents pages ; c'est une histoire complète de notre planète.

L'auteur groupe les faits multiples qu'elle comprend dans l'ordre le

plus naturel et le plus logique. Après avoir décrit les principales phases de la *période astronomique*, il s'étend surtout, avec beaucoup de clarté et de méthode, sur la *période géologique*, rapprochant de l'exposé des phénomènes celui des causes naturelles qui les produisent et des principales théories qui les coordonnent. Il conduit ainsi le lecteur jusqu'à l'apparition de l'homme sur la terre ; il est alors naturellement amené à traiter de l'homme tertiaire, de l'unité de l'espèce humaine, etc.

Le P. Castelein développe toutes ces questions de cosmogonie, de géologie et d'ethnographie, en homme familiarisé avec une multitude de données par des lectures très étendues que l'étude des maîtres de la science le mettait à même de bien entendre, et que son talent d'exposition lui a permis de mettre en œuvre dans un langage clair, sobre et éloquent.

Enfin, dans une dernière conférence, l'auteur rapproche la *première page de Moïse*, telle qu'il l'a interprétée au commencement de son livre, de l'*histoire scientifique de la terre* qu'il vient d'écrire ; et il montre qu'entre le récit de la Genèse et les enseignements certains de la science règne une concordance parfaite. C'est, dans l'ensemble, une harmonie admirable, malgré le doute qui plane encore sur quelques questions de détail.

Nous ne nous arrêtons pas à relever quelques inexactitudes, peu nombreuses d'ailleurs, et qui ne touchent pas au fond du sujet ; elles disparaîtront facilement de la prochaine édition. Nous nous bornerons à regretter que le P. Castelein se soit écarté, dans l'explication de l'extension et de la richesse de la végétation herbacée de l'époque carbonifère, de l'hypothèse la plus admissible, celle de M. Blandet, acceptée par M. de Saporta, et qui demande à un changement dans le diamètre apparent du soleil, le secret du climat de ces âges primitifs. Enfin nous nous permettrons de lui signaler les savants articles de M. Wolf sur *les hypothèses cosmogoniques* (1), où le problème de l'origine de l'univers et de notre système planétaire est nettement formulé, et où les théories de Kant, de Laplace, etc. sont exposées et discutées avec une clarté et une rigueur dont s'écartent trop souvent les expositions fantaisistes des ouvrages de vulgarisation.

La thèse de M. Swolfs est tout entière dans ces mots de Cuvier : « Les évolutions successives de la création, telles que les expose le premier livre du Pentateuque, s'accordent merveilleusement avec les

(1) *Bulletin astronomique*, première et seconde années.

observations raisonnées que nous avons été amené à faire sur les découvertes géologiques, zoologiques et autres de notre temps. »

Avant d'aborder directement la démonstration de cette thèse, l'auteur a cru nécessaire de vulgariser quelques notions dogmatiques sur Dieu, la foi, la raison, l'Écriture, la tradition et le dogme de la création.

Ces préliminaires établis, M. l'abbé Swolfs étudie successivement l'œuvre des six jours. Dieu, dit Moïse, créa d'abord le *ciel et la terre*. Parmi toutes les interprétations de ce verset, la plus admissible est celle qui voit dans le *ciel et la terre* la matière primordiale. On pourrait croire cette explication accommodée par les récents exégètes aux exigences de la science moderne. Il n'en est rien ; au n<sup>e</sup> et au m<sup>e</sup> siècle, cette opinion eut ses défenseurs en Tatien et en S. Isidore, suivis plus tard par S. Bonaventure.

Quelle est cette matière primordiale ? M. Swolfs rencontre ici le célèbre débat philosophico-scientifique de la constitution des corps. Il ne cache pas ses préférences pour la doctrine péripatéticienne de la matière et de la forme.

Dans l'exposé que M. Swolfs présente des hypothèses cosmogoniques, il règne une certaine confusion, trop fréquente malheureusement dans les ouvrages du genre de celui que nous analysons.

Quand la terre se fut détachée de la nébuleuse primitive, l'état chaotique fut, d'après Moïse, le premier aspect revêtu par elle. Elle était informe, *inanis et vacua* ; c'est-à-dire, suivant M. Dupaigne, « que la matière pondérable, immensément dilatée, était à l'état de gaz très raréfiés et non encore réunis par la combinaison chimique. » C'est ce qu'attestent à leur manière toutes les cosmogonies, celles de Manou, de Bérosee, des Kings et du Popol-Vuh. La science n'a pas contredit ces affirmations. Quand le globe incandescent, obéissant aux lois du rayonnement, eut perdu une partie de son calorique, le refroidissement produisit une croûte solide qui alla s'épaississant dans les deux sens, jusqu'à ce que, l'abaissement de la température ayant précipité sur la surface de la terre la masse des eaux suspendues jusque-là dans l'atmosphère, la terre dut être, en effet, telle que la représente le deuxième verset de la Genèse. C'est par l'hypothèse du feu central, dernier vestige de l'état calorique primitif, qu'on a été amené à reconstituer l'histoire des premiers âges de la terre. S'il y a contre cette hypothèse de graves objections, M. Swolfs leur oppose les solutions connues de MM. de Lapparent, Radou et Faye.

Le *fiat lux* de Moïse reçoit dans l'ouvrage que nous analysons un brillant commentaire. L'auteur insiste sur la fameuse objection de

Celse, Voltaire et Strauss : la lumière avant le soleil, et sur le sens des mots *éreb*, *boker* (*vespere*, *mane*) du cinquième verset. Après tant de réfutations, il n'est pas inutile de revenir sur ces questions. M. Maurice Vernes ne prétend-il pas encore que « les raffinements de la physique et de l'astronomie modernes » ne lui permettent pas de se figurer le globe terrestre éclairé sans intervention aucune du soleil (1) ?

M. Swolfs admet, après S. Thomas, la création du soleil *in principio* ; c'est-à-dire qu'au moment où la terre s'était refroidie assez pour permettre la condensation des eaux, le soleil lui-même avait déjà suffisamment condensé sa masse pour devenir un astre lumineux. Sa lumière illuminant dès lors l'espace, voilà le *fiat lux* mosaïque.

Les chapitres suivants exposent la formation du firmament et celle des continents. Il y a là des pages intéressantes sur le rôle de l'atmosphère, le relief du globe, etc.

Quatre autres chapitres sont consacrés à la création des plantes et des animaux, à la formation des astres et de l'écorce terrestre.

On pourrait s'étonner de voir les nombreuses et importantes questions relatives à l'homme passées sous silence. Ce serait une lacune si M. Swolfs n'avait réservé tout ce qui concerne les origines de l'humanité pour un autre volume actuellement en cours d'impression (2).

C'est à la fin de son travail que M. Swolfs rejette l'examen de la nature des six jours de la création. Il expose les différents systèmes qui ont cours parmi les exégètes, discute les difficultés qu'ils soulèvent, et s'arrête aux jours-époques.

Depuis l'apparition du livre de M. Swolfs, une nouvelle théorie sur la nature des six jours a été proposée dans le *Muséon*, de Louvain (3). Dans ce nouveau système, les jours de Moïse sont de vingt-quatre heures ; mais ils n'ont aucun rapport intime avec la durée et la répartition des actes créateurs dont le nombre a pu être inférieur ou supérieur à six. Moïse veut surtout poser le dogme fondamental de la religion, exclure toutes les erreurs concernant la création et fonder le culte sur la base de l'observation des lois du sabbat. Ne suffisait-il pas pour cela de diviser la création en six jours ?

Pour en revenir à M. l'abbé Swolfs, nous devons dire en terminant ce compte rendu qu'il n'a rien négligé pour faire de son livre l'écho des derniers progrès de la science et de l'exégèse.

T. G.

(1) *Mélanges de critique religieuse*, p. 108.

(2) *Les Origines du monde et de l'humanité*.

(3) Livraison de janvier 1885, p. 23. C. de Frankenthal, *Le premier chapitre de la Genèse*.

# REVUE

## DES RECUEILS PÉRIODIQUES

---

### ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE.

---

La classification ethnographique (1). — Voici le résumé d'une conférence prononcée sur ce sujet le 27 janvier 1885 par M. Flower, ancien président de l'*Anthropological Institute* de Londres : On peut s'en tenir aux trois types généraux de Blumenbach : le type éthiopien, le type mongolique et le type caucasique. Tous les individus actuellement existants rentrent en effet dans l'une de ces trois familles, mais il y a des formes intermédiaires qui nécessitent des subdivisions. Ainsi, dans la branche éthiopienne ou nègre, on distingue le nègre d'Afrique, le Hottentot ou Boschiman, le nègre d'Océanie ou Mélanésien et le Négrito, représenté par les indigènes des îles Andaman. Les Australiens rentrent difficilement dans un groupe classique : s'ils ont pour le *facies* et le squelette tous les caractères du nègre, leur chevelure les range dans une catégorie bien différente. M. Flower en conclut qu'ils ne constituent pas une race pure, et il voit en eux le produit d'un croisement de la population mélanésienne primitive avec des envahisseurs d'origine caucasique, venus plus tard du sud de l'Inde.

L'Esquimau représente l'exagération du type mongolique : c'est dans la majeure partie des habitants de l'Asie septentrionale et orientale, chez les Japonais et les Chinois, que le type se trouve dans sa forme normale. Chez les Malais, il est déjà sensiblement altéré. Les

(1) Voir NATURE, n° du 19 févr., pp. 364-367.

Polynésiens bruns seraient une modification ultérieure du même type, résultant d'un mélange avec les Mélanésiens. Quant aux races indigènes de l'Amérique, M. Flower en fait, à l'exception des Esquimaux, un groupe spécial qui, pour avoir certains rapports avec les Mogols, s'en sépare d'ailleurs trop complètement pour être rangé dans cette classe.

La branche caucasique ou blanche renferme deux races aujourd'hui fortement mélangées, les *Xanthochroi*, à chevelure et yeux clairs, et les *Melanochroi*, à carnation foncée. A la première catégorie appartiennent les habitants de l'Europe septentrionale, à la seconde ceux du sud de l'Europe, du nord de l'Afrique et de l'Asie occidentale. Ce sont les grandes familles ethniques connues sous le nom d'Aryas, de Sémites et de Chamites.

Une nouvelle revue de linguistique (1). — Bien des fois nous avons dû répondre à la question de savoir quelle était la meilleure revue à conseiller aux amateurs, aujourd'hui nombreux, de philologie comparée qui, sans vouloir descendre aux détails spéciaux, s'intéressent au mouvement général de la linguistique. Pareille question était embarrassante et bien peu de recueils existants remplissaient ces conditions. Il n'en est plus de même aujourd'hui et, après avoir pris connaissance du premier volume de l'*Internationale Zeitschrift für allgemeine Sprachwissenschaft*, nous n'hésitons pas à dire que, si le nouveau recueil persévère dans la voie tracée, il est appelé à rendre d'utiles services en résumant les progrès réalisés par les spécialistes. En particulier, il s'y traite plusieurs questions qui offrent le plus vif intérêt aux membres d'une société scientifique.

La science du langage se présente sous un triple aspect, physique, psychologique, historique. Au point de vue physique, elle ressort de l'acoustique, de l'optique et même de la pathologie; n'y a-t-il pas le langage des sourds-muets? La psychologie intervient pour marquer les rapports entre la pensée et l'expression: de là, la symbolique de l'articulation, la psychologie du son, l'étude de la racine, la sémasiologie et la syntaxe comparée. Enfin l'histoire nous apprend l'origine et le développement des langues.

Ce programme a été de tous points réalisé dans les vingt articles qui

(1) INTERNATIONALE ZEITSCHRIFT FÜR ALLGEMEINE SPRACHWISSENSCHAFT herausgegeben von F. TECHMER. Leipzig, Barth, 12 marcs par volume de deux livraisons, gr. in-8<sup>o</sup> royal, de 15 feuilles chacune.

composent les 520 pages du premier volume. M. Pott nous introduit dans la science du langage par une excellente étude bibliographique appréciant avec la plus saine critique les innombrables travaux qui ont vu le jour en ces dernières années. Plusieurs questions de linguistique physique sont traitées par MM. Techmer, Fr. Müller et Mallery, dans des essais sur l'analyse, la transcription et les lois des sons. Signalons les études approfondies de M. Kruszewski sur les principes du développement des langues et de M. Lundell sur les patois, un article de M. L. Adam sur la catégorie du genre, de MM. Sayce et Brugman sur des points de grammaire comparée. Mais nous recommandons surtout la nouvelle revue pour son bulletin bibliographique. Dans un texte serré comprenant plus de quatre-vingts pages, M. Techmer a analysé, souvent en détail, une bonne centaine d'ouvrages parus en 1883.

Le *Muséon* (1). — Sous ce titre paraît à Louvain depuis l'année 1882 un recueil trimestriel, spécialement destiné aux études ethnographiques et philologiques. Il convient donc d'en signaler l'importance dans ce nouveau bulletin d'ethnographie et de linguistique.

Créé par l'initiative de Mgr de Harlez, l'éminent éraniste de l'université de Louvain, le *MUSÉON* n'a pas tardé à conquérir un rang distingué dans la science par l'autorité de ses collaborateurs et l'intérêt des questions qu'il a traitées. Depuis un an surtout, la nouvelle revue s'est développée par sa fusion avec l'*Athénée oriental* de Paris, dont elle est devenue l'organe officiel.

Sans compter la plupart des professeurs les plus distingués de l'université de Louvain, le *MUSÉON* a parmi ses rédacteurs les meilleurs noms de l'orientalisme : en France, MM. Oppert, Halévy, d'Abbadie, membres de l'Institut ; Robiou, V. Henry, de Milloué, de Rosny, Adam, de Charencey ; en Angleterre, MM. Max Müller, Sayce, Rhys-Davids ; en Allemagne, MM. Spiegel, Jolly, West, Justi, Jülg, Bezenberger, Geiger, Tomaschek, Wilhelm. Wiedeman.

Pour mettre les lecteurs de la *Revue* à même de juger de la valeur et de l'intérêt des articles du *MUSÉON*, nous signalerons quelques-unes des études qui y ont paru.

L'ethnographie de la Bible a fourni au regretté François Lenormant deux essais, l'un sur Gog et Magog, l'autre sur les peuples de Toubal et de Meschieh (2). La question des origines aryennes, sur laquelle

(1) LE *MUSÉON* paraît cinq ou six fois par an, en fascicules de 8 à 9 feuilles d'impression. Le prix de l'abonnement est de 10 francs.

(2) Les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* ont eu sur ce point deux pages du P. Delattre. Voir la livraison d'octobre 1884, p. 554.

roule toute l'ethnogénie de l'Europe, a été souvent traitée par M. Geiger dans différents articles sur la civilisation des Aryas, le pays de l'*Avesta* et l'oasis de Merw. Dans le même ordre d'idées, il faut signaler la monographie de M. de Vasconcellos-Abreu sur les Toukhares, ce peuple mystérieux qui, semblable aux électrodes, transmet en différents sens et à diverses nations la civilisation condensée dans les grands centres de l'Égypte, de l'Asie Mineure, de l'Assyrie et de l'Inde. Il faut rappeler aussi qu'une des plus grandes controverses ethnographiques de ces derniers temps, l'origine de Cyrus et des Achéménides, s'est agitée surtout dans le MUSÉON : les savants travaux de MM. Halévy, Sayce, Ph. Keiper, de Mgr de Harlez et du P. Delattre ont épuisé la question.

M. le comte de Charencey représente avec honneur la science américane, dont M. Bamps avait dès la première livraison tracé le programme d'études. Le MUSÉON a publié de M. de Charencey le système de numération et de conjugaison des langues *Maya-quiché*, le déchiffrement des caractères palenquéens et les cités Votanides.

Nous aurions à citer encore bon nombre de travaux de valeur dans les trois premiers volumes du MUSÉON, surtout en ce qui concerne l'égyptologie et la linguistique générale. Mais il faut nous borner. En tous cas, pour les esprits cultivés qui prétendent ne pas se désintéresser du progrès des sciences ethnographiques et linguistiques, le savant recueil périodique de Louvain est un des plus intéressants et des plus utiles à consulter.

**Ethnologie des Juifs.** — La pureté et la persistance du type juif ont fait l'objet d'un débat contradictoire à l'Institut anthropologique de Londres, le 24 février 1885 (1). Le D<sup>r</sup> A. Neubauer a nié que le Juif pût encore, quoi qu'on en dise, offrir un type pur. Déjà Ismaël était le fils d'une femme arabe, Joseph épousa une Égyptienne et Moïse une Madianite. David descendait de Ruth la Moabite, Salomon est né d'une Hittite et lui-même mêla son sang à celui de toutes les étrangères (2). Ce mélange est allé s'accroissant toujours au point qu'au moyen âge les Juifs hispano-portugais et les Juifs germano-polonais révélaient des divergences marquées, et que les Juifs eux-mêmes les attribuaient à une descendance de tribus diverses, celles de Juda et de Benjamin. Au contraire, les Juifs italiens occupaient une place intermédiaire. La prononciation de la langue hébraïque est aussi peu constante; elle a subi

(1) Voir THE ACADEMY, 28 fév. 1885, p. 156.

(2) III Reg., XI, 1.

les influences de tous les milieux linguistiques. Pour les mesures crâniennes, il est difficile d'en opérer et jusqu'ici fort peu ont été effectuées ; mais, en tout cas, les calculs mènent à la négation d'un type juif pur qui aurait échappé à l'influence du contact avec d'autres nations.

Tel n'est point l'avis de M. Joseph Jacobs : il base son opinion sur des statistiques biologiques et anthropométriques, entreprises sur les Juifs dits d'Aslikenaz, qui forment les neuf dixièmes de la race. En outre la fixité du type a pu dépendre uniquement du nombre des prosélytes faits par les Juifs aux anciennes époques. Or, avant Jésus-Christ, les prosélytes étaient toujours des Sémites ; depuis l'ère nouvelle, le nombre des prosélytes a été très restreint, et l'on a constaté en outre que le métissage avec d'autres races ou bien n'était pas fertile, ou bien produisait par atavisme le retour au type juif. Enfin un très grand nombre de Juifs, les Cohens ou descendants d'Aaron, n'ont jamais été autorisés à se marier avec des prosélytes.

M. Francis Galton, président de l'Institut anthropologique, avait préparé de nombreuses photographies d'enfants juifs. Comparés avec les antiques représentations des Juifs sur les bas-reliefs d'Assyrie, les types d'aujourd'hui accusent une identité trop saisissante pour ne pas affirmer avec vraisemblance et probabilité la pureté de la race juive.

**Ethnographie des peuples de l'Europe.** — Comme appendice à la traduction anglaise de l'ouvrage allemand de MM. F. W. Rudler et C. Chisholm, intitulé *Europe* (1), M. Keane résume en une trentaine de pages l'ensemble des données ethnographiques actuelles sur les races européennes. Ces données se ramènent aux suivantes (2). Ce sont les langues qui forment la base de la classification ethnographique des peuples de l'Europe. On peut et l'on doit discuter la valeur de ce principe, mais ce n'est pas le lieu d'insister (3). Cependant, avec une tolérance rare chez un philologue, M. Keane, tout en adoptant la théorie de Guillaume de Humboldt sur les Ibères, garde un silence discret au sujet de l'extension qui a été donnée à ce système et qui

(1) *Europe*, by F. W. Rudler, and Geo. G. Chisholm, edited by sir Andreas C. Ramsay, with ethnological appendix by A. H. Keane, (Stanford).

(2) Voir *THE ACADEMY*, 14 fév. pp. 109, 110.

(3) Cette question est lumineusement traitée dans l'opuscule de M. de Rosny, *Premières notions d'ethnographie générale*, pp. 50-59, Paris, 1885.

retrouve du sang basque jusque dans les veines des Irlandais et des Celtes d'Angleterre. Au contraire, quand il voit des peuples ibériques en Sardaigne, en Corse et au nord-ouest de l'Italie, peut-être même au nord de l'Afrique, le savant ethnographe retombe dans les idées peu justifiées de M. d'Arbois de Jubainville, qui identifiait les Ibères et les Atlantes (1), ou dans celles aussi peu plausibles de M. Boyd Dawkins, assimilant les Ibères du Caucase aux Espagnols.

M. Keane était aussi un philologue trop judicieux pour traiter autrement que comme curiosité ethnographique l'inadmissible hypothèse de M. Poesche. D'après cet auteur, les Aryas se seraient à l'origine distingués des autres races par un séjour trop prolongé dans les marais de la Russie Blanche entre le Pont-Euxin et la Baltique (2). M. Keane juge également qu'il est inutile de discuter d'une manière sérieuse les idées de MM. Schrader et Penka, quand ils affirment que le centre de dispersion des Aryas doit se placer dans le voisinage de la Scandinavie (3). On peut en effet espérer que la récente réfutation de cette hypothèse par M. Gustave Meyer lui aura donné le coup de grâce désiré (4).

M. Keane sépare le groupe italique du thraco-hellénique. Pour lui, il n'y a pas à proprement parler de race latine, mais des nationalités se servant d'idiomes latins. Les lecteurs de la *Revue* qui voudront bien suivre nos études sur les populations danubiennes comprendront que nous ne saurions avec M. Keane admettre une branche ethnique thraco-hellénique. A notre sens, les Thraces n'ont aucune affinité d'origine avec les Grecs.

En somme toutefois, nous concluons très volontiers avec M. Robert Brown que l'appendice de M. Keane est appelé à servir de fondement à tout ce que les futurs ethnographes de l'Europe écriront de sérieux sur ces obscures questions.

**Les tribus de la Chine occidentale** (5). — Récemment est arrivée à Pékin une ambassade de 250 représentants des tribus aborigènes de

(1) Dans son ouvrage *Les premiers habitants de l'Europe*.

(2) Nous avons réfuté la théorie de M. Poesche dans notre travail *Le Berceau des Aryas*, pp. 70-75, et plus récemment dans une communication faite le 11 février 1885 à la Société de géographie d'Anvers.

(3) M. Robert Brown, à qui nous empruntons ce résumé des idées de M. Keane, est inexact en confondant MM. Schrader et Penka dans une égale condamnation. Les lecteurs de la *Revue* savent que nous avons fait une distinction entre ces deux écrivains pour en apprécier la valeur respective. Voir REV. DES QUEST. SCIENT., avril 1884.

(4) ZEITSCHR. FÜR D. ÖSTER. GYMNAS., 1884, 5 heft, pp. 341-345.

(5) NATURE, 17 janv. 1885, p. 252.

la Chine occidentale. On a jusqu'ici peu de détails sur les peuples dont le domaine s'étend du Yunnan à Kansu, le long du versant tibétain du Sze-Chuan. A une certaine époque, toutes les races du sud et de l'ouest de la Chine portaient le nom général de *Tu Sze*. Aujourd'hui on distingue les *Lolos* du Sze-Chuan, alliés aux Birmans et les *Hsi Fans*, actuellement à Pékin, de souche tibétaine. Toutefois on pourrait donner aux deux peuples le nom de *Mon-Bod* ou de famille himalayenne de l'ouest. les Tibétains emploient la dénomination de *Bod* et les Birmans celle de *Mon*. Les *Lolos* et les *Hsi Fans* sont petits de taille ; leur visage est plus rond que celui des Chinois, ils ont la tête plus étroite et le nez moins aplati.

**Les langues vulgaires de l'Inde méridionale.** — Dans la séance du 26 janvier 1885 de la Société asiatique de Londres, le D<sup>r</sup> Pope a fait ressortir l'importance de cette étude pour la connaissance réelle du caractère et des tendances de la population indigène. En particulier, la littérature tamoule est au premier chef intéressante par son vaste développement et sa haute moralité. Le D<sup>r</sup> Pope a prouvé sa manière de voir par l'examen de trois ouvrages fameux : le *Kural* de Tiruval-luvar, les 400 quatrains appelés *Naladi* et les écrits poétiques d'Avvai. L'auteur du premier ouvrage était un tisserand de Maitôpur ou St-Thomas, où la tradition place le théâtre de la prédication et du martyre de S. Thomas l'apôtre. Il est avéré qu'une communauté chrétienne y a existé dès les temps les plus reculés, et que l'influence des dogmes chrétiens est sensible dans le *Kural*, qui enseigne également le pardon des injures, l'humilité et la charité.

**Les Cambodgiens (1).** — M. Gabriel Marcel a réuni sur ce peuple des détails empruntés aux récents ouvrages ethnographiques (2). La population indigène du Cambodge se compose de trois races principales : les *Khmers*, les *Somré* et les *Kouys* ; mais elle tend à s'altérer par le métissage avec des Chinois, des Malais et des Annamites. Les Cambodgiens appartiennent à la famille mongolo-tibétaine. Ils portent les cheveux ras : seule la haute classe conserve au sommet de la tête une sorte de toupet. Très paresseux, les Cambodgiens ne sentent pas la nécessité du travail. Ils vivent du produit de la grande pêche qui se fait chaque année à la date de l'inondation du Toulé-Sap. Cependant

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 7 fév. 1885, pp. 174-183.

(2) Aymonier, *Notice sur le Kambodj* ; J. Moura, *Le Royaume de Cambodge* ; G. Marcel, *Un Français en Birmanie*.

les Kouys traitent le minerai de fer et, avec des moyens fort primitifs, ils fabriquent toutes sortes d'armes et d'instruments. La religion la plus répandue est le bouddhisme qui a succédé au brahmanisme officiellement vaincu, mais demeuré dans les classes populaires. Les Khmers étaient jadis un peuple florissant, et leurs monuments en ruines font l'admiration de tous les voyageurs. Ces monuments ont été décrits par Francis Garnier et par le lieutenant Delaporte, et naguère les innombrables inscriptions d'Angkor ont été déchiffrées par MM. Aymonier, Kern, Foucart et Bergaigne.

**Les Aïnos (1).** — Voici une race qui ne se distingue par rien de ce qui constitue un peuple grand et fort. Il importe cependant à l'ethnologue d'étudier dans ses derniers vestiges la population blanche du Japon, aujourd'hui noyée dans l'immensité de la race jaune, mais qui occupa primitivement l'Archipel japonais tout entier, les petites îles du sud-ouest, les îles Lieu-Kieu, Formose et toute la chaîne des îles qui bordent la côte orientale de l'Indo-Chine. Partout, en effet, se révèle l'existence simultanée de deux types très distincts : l'un chinois d'origine, l'autre qui se fait remarquer par une forte barbe et par le caractère européen de ses traits. Ce dernier ne peut avoir eu pour ancêtres que les Aïnos.

Ce nom d'*Aïnos* signifie proprement « les hommes » ; celui de *Kuru*, synonyme d'*Aïno*, est aussi en usage (2). Les Aïnos sont bien près de disparaître et leur nombre se restreint aujourd'hui à quelques milliers. Ils occupent toute l'île d'Yézo ou Matumaë, la moitié méridionale de l'île russe de Sakhalin et toute la chaîne des Kouriles, moins les trois dernières du nord. Les Aïnos sont plus grands que les Japonais, mais ce qui les distingue par-dessus tout, c'est l'abondance du système pileux. Ils sont velus par tout le corps et, chez certains individus, la longueur des poils atteint jusqu'à vingt centimètres (3). Se nourrissant

(1) Bons d'Anty, MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES ÉTUDES JAPONAISES, CHINOISES, TARTARES ET INDO-CHINOISES, 1885, n 1, pp. 35-47. Voir aussi *Rapport sur le dictionnaire aïno-russe de Dobrotvorski*, par A. Lesouëf, dans ACTES DU CONGRÈS DES ORIENTALISTES DE LEIDE, 4<sup>e</sup> partie, pp. 150-157 de la 4<sup>e</sup> section.

(2) C'est M. de Rosny qui a démontré cette identité. Cependant on donne plus spécialement le nom d'*Aïnos* aux peuples soumis à la domination politique du Japon, et celui de *Kouriliens* à l'ensemble de la race. Voir L. de Rosny, *Étude sur les Aïnos*, dans le COMPTE RENDU DU CONGRÈS INTERNATIONAL DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES DE PARIS, t. I, p. 412.

(3) Certains auteurs accusent d'exagération cette description du système pileux chez les Aïnos.

presque exclusivement de poisson, les Aïnos portent des habits faits d'écorces d'arbres. L'organisation politique est toute primitive; la femme est libre et respectée, et la polygamie est proscrite. Les Aïnos n'ont ni écriture ni monnaie; ils ne connaissent que fort imparfaitement les nombres et, pour faciliter le calcul, ils font des entailles sur les arbres. Ils adorent le soleil, la lune, les phénomènes de la nature, mais leur dieu le plus vénéré est le dieu de la mer. Leur langue est très importante à étudier à cause de la place que les Aïnos tiennent dans l'ethnographie de l'Asie orientale. En effet, dans le travail déjà cité, M. Lesouëf émet l'idée que la question de l'origine des Aïnos se rattache probablement à celle des diverses populations de la Chine méridionale, du nord de l'Indo-Chine et du versant septentrional de l'Himalaya, dont nous avons parlé plus haut et parmi lesquelles nous avons nommé les *Lolos* ou *Lalos*.

**Les Nègres du M'zab.** — Le 10 novembre 1882, la France s'annexait en Afrique le territoire du M'zab, plateau crétaqué de 2000 lieues carrées, compris entre 32° et 33° 20' de latitude boréale et 2°24' et 4°40' de longitude orientale (Gr.). M. Ch. Amat a publié récemment une étude ethnographique sur les nouveaux sujets de la France (1). Nous en donnons les conclusions.

Les M'zabites sont au nombre d'environ trente mille. Ils ont une double origine; ou bien, ils sont nés dans le pays même, ou bien, ils proviennent du Soudan. De larges raies de feu sillonnent leur face et leur front. Les yeux et les cheveux offrent une coloration brune très accusée. Le crâne est dolichocéphale; le visage, qui est allongé, large et sensiblement aplati, montre un prognathisme assez accentué. Au-dessus d'une bouche de moyenne dimension, bordée par des lèvres épaisses, est planté un nez écrasé. Petits de taille, les nègres du M'zab diffèrent par ce trait des nègres d'Algérie: leur main est développée et leur pied aplati. La voix se distingue par un timbre métallique tout spécial. Peu moral et peu intelligent, l'indigène du M'zab est employé par les colons à puiser de l'eau, à arroser les palmiers et à faire des charrois. C'est à peu près tout ce qu'on en peut tirer. Le M'zabite aime le bruit assourdissant des cymbales et du tambourin, le vertige de la danse et les cris stridents.

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 10 janv. 1885, p. 33-39. Cfr. BULLETIN DE CORRESPONDANCE AFRICAINE, juillet 1884, p. 317. M. Charles Amat a traité le même sujet dans la REVUE D'ANTHROPOLOGIE, t. VIII, pp. 617-640.

**Les Coptes (1).** — On sait que la dénomination de *Coptes* ou *Cophites* désigne les descendants des Égyptiens demeurés chrétiens après la conquête musulmane. De six cent mille qu'ils étaient alors, ils sont réduits maintenant à cent cinquante mille.

D'une taille au-dessus de la moyenne, le Copte a les membres longs, les bras nerveux, les épaules larges, la poitrine développée. Les jambes sont sèches, sans mollets ; les pieds longs et plats. La tête un peu grosse porte des cheveux noirs ; le teint varie du blanc au brun ; les yeux sont ouverts, le front abaissé, les lèvres épaisses. En un mot, le Copte reproduit à s'y méprendre les types égyptiens gravés sur les bas-reliefs du Musée de Boulaq, le Copte est le vrai fils de l'Égyptien pharaonique. Doué d'une mémoire des plus heureuses qui le met rapidement en possession de plusieurs langues étrangères, actif et industriel, il réussit dans toutes les professions, mais il affectionne celle d'écrivain, c'est-à-dire d'homme d'affaires, de régisseur, d'intendant, de traducteur, d'agent fiscal, de collecteur d'impôts. Car l'écrivain copte est tout cela à la fois. Le Copte a un bon caractère : il est doux, patient, grave, mais aussi quelque peu fataliste, superstitieux et assez intrigant.

On a donné du nom de *Copte* diverses étymologies. La plus satisfaisante le rattache au mot égyptien *ha-ka-ptah* (temple du culte de Ptah), qui désignait jadis la ville de Memphis. N'est-il pas permis de supposer que les Grecs ont donné au pays entier le nom de la capitale et de *ha-ka-ptah* fait Ἀίγυπτος dont le terme de *Copte* n'est qu'une abréviation ?

La langue copte est aujourd'hui une langue morte. En 1673, il n'y avait plus qu'un seul Copte parlant l'idiome ; le copte n'est autre chose que l'ancienne langue égyptienne, le démotique du n<sup>e</sup> et du III<sup>e</sup> siècles de notre ère ; mais le dictionnaire renferme beaucoup de mots grecs, et l'alphabet est une simple modification de l'alphabet grec. Il y avait trois dialectes coptes : le saïdique ou thébain, le memphitique et le basmouzique. Ce dernier n'est qu'un patois formé des deux premiers dialectes. Au x<sup>e</sup> siècle après J.-C., le thébain déchet complètement pour céder la place au memphitique comme langue officielle des patriarches et de la liturgie.

(1) LA CONTROVERSE ET LE CONTEMPORAIN, 15 janvier 1885 ; LA GAZETTE GÉOGRAPHIQUE ET L'EXPLORATION, 5 fév. 1885. Notes envoyées du Caire par le R. P. Autefage, S. J.

Les Somalis. — Ce peuple se compose de la réunion des tribus africaines habitant le cap Guardafui, au sud de l'Abyssinie, depuis Tadjourah jusqu'aux frontières de Zanzibar. Malgré de nombreuses explorations dont plusieurs ont coûté la vie à leurs auteurs, depuis le capitaine Lambert, assassiné en 1859, jusqu'à Sacconi, tombé en 1883 sous les coups des H'ammadèn ; malgré des études approfondies sur ces peuples par MM. d'Abbadie, d'Avezac, Mariette, Révoil, il reste encore beaucoup à faire pour déchirer le voile impénétrable qui depuis tant de siècles couvre les Somalis. M. Gabriel Ferrand, membre de la Société asiatique de Paris, publie après un séjour d'un an chez les Somalis des observations dignes d'intérêt, grâce à la connaissance qu'il avait de la langue du pays (1).

Les Somalis n'ont aucun des traits repoussants de la race nègre ; la couleur de leur peau parcourt toutes les nuances, depuis la teinte cuivrée jusqu'au noir de jais. On distingue deux branches principales : les tribus libres et les peuplades soumises à l'Égypte. Les premières sont à peu près inconnues à cause de leur hostilité envers les étrangers. Il y a d'abord la tribu des *Medjourtines*, les seuls qui aient un sultan. Ils occupent le cap Guardafui et Râs Hafoun ; ils sont adonnés à la culture et à l'élevage des bestiaux. Puis viennent les *Ouersenguéli* de Lazgore et les *Abr-Tasdjalleh* qui possèdent les ports de Kérem et d'Entérad. Il faut citer surtout une confédération de douze tribus connue sous le nom d'*Ogadèn*. Ce sont les plus sauvages et les plus cruels de tous les Somalis ; ils attaquent même leurs frères d'autres tribus. Il serait trop long de faire l'énumération des Somalis, tributaires de l'Égypte ; nommons seulement les *Gadi-Boursi*, nominalemeut soumis, terribles pillards de caravanes. Pendant la saison des pluies, ils chassent l'éléphant et l'antilope.

Tous les Somalis pratiquent la religion musulmane, mais ils ont mêlé aux prescriptions du Coran toutes sortes de superstitions. Les Somalis recueillent, en taillant et faisant bouillir pendant deux jours et deux nuits le bois d'un arbre nommé *Ouaba*, un poison violent, le *Ouobaïo*, aussi terrible dans ses effets que le curare.

Les races de l'Afrique équatoriale — (2). Le célèbre voyageur africain, M. J. Thomson, a naguère publié une seconde édition de son voyage au *Masai* (3). C'était donc un sujet plein d'actualité que

(1) BULLETIN DE CORRESPONDANCE AFRICAINE, t. III, pp. 271-292.

(2) NATURE, 19 fév. 1885, p. 279.

(3) *Through Masailand: a Journey of Exploration among the snowclad volcanic mountains and strange tribes of eastern equatorial Africa.*

M. H.-H. Johnston venait traiter le 10 février 1885 à l'*Anthropological Institute* en faisant connaître les races de l'Afrique équatoriale.

Il s'agit des peuples groupés entre 1° au nord de l'équateur et 5° au sud, entre 34° de longitude est (Greenwich) et l'océan Indien. Les tribus des montagnes et des rivières pratiquent l'agriculture; par leurs conditions ethnologiques et linguistiques, elles appartiennent à la famille *Bantou* (1). Il y a toutefois un certain nombre de tribus *Gallas* ou *Masaïs* d'origine et se rattachant par conséquent au groupe éthiopien. Les *Wa-Taita*, c'est le nom d'une des tribus, sont de taille moyenne; ils ont les traits assez agréables, mais les hommes ont l'air très efféminé. L'angle facial varie beaucoup; les dents sont limées en pointe, et une mode malencontreuse déforme les oreilles au point de les rendre méconnaissables. Le corps est naturellement couvert de poils abondants, mais les indigènes s'épilent avec soin les paupières, les sourcils, la barbe et les moustaches. Ils ne tolèrent les cheveux que sur l'occiput, mais là ils les entretiennent avec prédilection et les disposent en longues tresses ornées de perles. C'est à peine si l'on relève une trace de culte chez les *Wa-Taita*; ils adorent les esprits dont ils ont grand' peur et qu'ils croient errants par les forêts. Les mariages sont une véritable opération commerciale: les préliminaires fixés, la jeune fille s'enfuit et affecte de se cacher; le futur époux va à sa recherche avec trois ou quatre de ses amis et, quand il l'a trouvée, il s'en empare et l'emmène au domicile conjugal.

Les *Akambas*, qui vivent au nord de *Taita*, sont un peuple de pillards: ils subsistent du produit de leurs vols et de leurs chasses.

Une des tribus les plus intéressantes est celle des *Wa-Tarata*, dont le langage et les idées sont remarquablement élevés. Les *Wa-Tarata* ont une taille peu commune; ils atteignent parfois six pieds. Contrairement aux *Wa-Taita*, ils laissent le plus souvent pousser la barbe et les moustaches. En tout cas, ils ne se défigurent jamais en s'épilant les cils et les sourcils. Chez eux, l'usage de la circoncision est général. Le mariage est aussi un contrat de vente, mais il n'y a pas, comme chez les *Wa-Taita*, un simulacre de capture. Les *Wa-Tarata* sont au nombre de deux mille, et ont chez les trafiquants de la côte une excellente réputation d'honneur et de sociabilité.

(1) Les nombreux dialectes cafres remontent tous à une origine commune, à une langue-mère aujourd'hui perdue. On donne à l'ensemble de ce système linguistique le nom de *groupe bantou*. Voir Hovelacque, *La Linguistique*, p. 70.

**Les tribus soudanaises.** — Avec M. Keane (1) nous signalerons quelques particularités ethnologiques relatives à certaines peuplades du Soudan. Les *Basé* occupent la vallée du Mareb supérieur. Ils ont été jadis décrits et étudiés avec soin par M. Munziger (2) et récemment encore par M. F. L. James (3). Ces deux auteurs sont peu d'accord sur l'origine de la tribu des *Basé*. M. Munziger y voit des descendants des aborigènes chamitiques de l'Abyssinie, sans trace aucune de sang nègre. Pour M. James au contraire, ce sont des nègres de la plus belle eau. Si l'on se reporte aux types reproduits dans les photographies de M. James, il faut conclure que les *Basé* sont bien un peuple nègre qui aura émigré de l'est dans ses campements actuels, où il se sera mêlé avec la population chamitique.

Quant aux *Hadendoas*, *Bisharins*, et autres tribus connues sous le nom générique de *Beja*, le colonel Colborne démontre qu'ils ont une origine arabe (4). Plusieurs de ces peuples ont gardé l'usage des cottes de mailles, dont on a aussi retrouvé l'emploi parmi les habitants du Caucase central, les *Chechenzes* du Daghestan. Chose étrange, ces cottes de mailles ne sont pas de facture récente ; on les transmet soigneusement comme un héritage de famille de génération en génération. M. Colborne n'hésite pas à voir dans l'usage de cette armure un souvenir du temps des Croisades.

**Les langues de la Colombie britannique** (5). — Le *Geological Survey* du Canada a dernièrement, comme celui des États-Unis, élargi le cadre de ses recherches en donnant une place dans ses publications aux recherches ethnographiques. Le premier résultat de cette sage mesure a été l'apparition d'un volume renfermant de nombreux vocabulaires comparés des principaux idiomes indiens encore parlés aujourd'hui dans la Colombie britannique. MM. W. Fraser Tolmie et George M. Dawson ont pour ce travail recueilli des matériaux depuis 1875. On a pris comme base de cette collection les idées et les principes proposés par M. Gibbs dans ses *Instructions for research relative to the Ethnology and Philology of America*.

Les vocabulaires renferment plus de deux cents mots pour chacun

(1) Voir THE ACADEMY, pp. 144, 145, 28 fév. 1885. M. Keane est lui-même l'auteur d'un remarquable travail sur l'ethnologie du Soudan égyptien dans le JOURNAL OF THE ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE, nov. 1884, pp. 91-113.

(2) Dans son ouvrage *Ostafrikanische Studien*.

(3) *The wild Tribes of the Sudan*.

(4) *With Hicks Pasha in the Sudan*.

(5) Voir NATURE, 12 fév., p. 348.

des dialectes des familles linguistiques répandues sur le versant occidental des Montagnes Rocheuses depuis l'Alaska jusqu'à la rivière Columbia. Il y a aussi des appendices contenant des tableaux comparatifs d'autres idiomes indigènes. Ces tableaux montrent à l'évidence que, contrairement à l'opinion jusqu'ici dominante, la grande famille *Tinné* (*Athabaskan*) est représentée sur le versant du Pacifique par le groupe *Tshimsian*. Néanmoins sur la carte linguistique qui accompagne l'ouvrage, ce groupe est coloré de façon à figurer une famille, et non comme une branche de l'*Athabaskan*. Les autres groupes américains sont tous représentés dans quelques-unes de leurs branches. Il y a l'*Haida* en usage aux îles de la reine Charlotte, le *Thlinkit* depuis l'Alaska jusqu'à la Nassa River, le *Kwakiool*, l'*Aht* et le *Kawitshin* à l'île Van Couver, le *Niskwalei* du détroit de Puget, le *Cheheili* au territoire de Washington, le *Tshinock* sur le cours inférieur de la Columbia River, le *Bilhoota* dans les défilés de Bentinck et de Dean, le *Selish* (1) du Fraser River, le *Sahaptin* sur la rive droite de la Columbia River, et enfin le *Kootenuha* que parlent les riverains du Kootenay River et du cours supérieur de la Columbia River.

**Ethnographie de la Guyane hollandaise (2).** — La population de la Guyane hollandaise ou colonie de Suriname se compose d'Indiens Peaux-Rouges, de Nègres des bois, de Nègres sédentaires et d'Européens. Nous nous occuperons des deux premiers groupes. C'est le prince Roland Bonaparte qui dans ces derniers temps a ramené l'attention sur les indigènes de Suriname par la publication d'une récente étude anthropologique et sociale, éditée avec un grand luxe de planches (3).

Les Indiens, qui tendent à disparaître, ne sont plus représentés que par sept à huit cents individus, appartenant à trois tribus : les *Caraïbes* ou mieux les *Kalinas*, les *Arrowaks* et les *Warrons* ou *Gua-*

(1) On a retrouvé récemment à Louvain, dans la bibliothèque de feu le R. P. Aloïs De Backer, un des auteurs de la *Bibliographie de la Comp. de Jésus*, un manuscrit inédit du R. P. Aloïs Vercruyse, ancien missionnaire belge aux Montagnes Rocheuses. C'est une grammaire complète et détaillée de la langue des indiens *Selishs* ou Têtes-Plates. On songe à livrer cette grammaire à la publicité.

(2) Voir LA GAZETTE GÉOGRAPHIQUE ET L'EXPLORATION, 22 janv. 1885, pp. 41-44; REVUE SCIENTIFIQUE, 3 janv. 1885, p. 22; LA RÉFORME SOCIALE, 15 janv., pp. 65-75, article du prince Roland Bonaparte.

(3) *Les Habitants de Suriname*. Notes recueillies à l'exposition coloniale d'Amsterdam. In-folio, Paris, A. Quantin, 1884.

*ranos* (1). Ces peuplades habitent les hautes terres de la colonie, toujours à proximité des fleuves. Leurs huttes se composent d'un toit de feuillage, les hamaes forment la partie principale d'un mobilier très simple, qui comprend en outre un tronc d'arbre creusé pour servir de huche, quelques vases en terre et deux ou trois corbeilles. La toilette est des plus primitives : une étroite bande de coton, une coiffure à plumes et des colliers en dents de cochon sauvage.

Les hommes vont à la chasse et à la pêche, les femmes sont chargées de la culture de la cassave. Cette racine est la base de l'alimentation : on en fait du pain et l'on en tire une boisson. Tous les Indiens ont les mœurs fort douces et, même entre eux, observent des règles très précises de politesse.

Leur système de numération est fort curieux. Ils ne connaissent que quatre noms de nombre, les noms des quatre premiers doigts. *abba*, un ; *biana*, deux ; *kabo-chien*, trois ; *bibiti*, quatre. *Abba-tekaboe*, c'est-à-dire « une main », signifie cinq. A partir de six, on a un calcul régulier. En effet, six s'exprime en prenant le doigt de l'autre main et en disant *abba-timan*, donc sept sera *biana-timan* ; huit, *kabochien-timan* et neuf *bibiti-timan*. Dix, ou deux mains, sera *biana-tekaboe* ; de dix à quinze on dit : deux mains plus un et ainsi de suite ; quinze équivaut à deux mains et un pied.

Le calcul du temps se marque par des nœuds faits à une ficelle : on dénoue un nœud chaque matin. Comme le soleil pendant toute l'année se lève à six heures pour se coucher à six heures et qu'à midi il se trouve toujours près du zénith, les Indiens de Suriname ont trouvé le moyen de dire l'heure avec assez d'exactitude.

Leur langue a des formes grammaticales très régulières : elle possède des mots-racines d'où dérivent les verbes, les substantifs et les adjectifs. Dans ce système, le vocabulaire s'étend et se complète par l'assimilation facile des mots étrangers.

Quant aux Nègres des bois, ce sont d'anciens esclaves fugitifs retournés à la vie sauvage depuis un siècle et demi. Ils ont fini par former un groupe prépondérant de population. Leur existence légale fut reconnue en 1761, après soixante ans de luttes, pour les *Aucaners*, aussi appelés *Joeka*, en 1762 pour les *Wousi* ou *Moejéré*, et plus tard pour les *Matuari* ou *Moesingsa*. Les *Bonis* ne firent la paix qu'en 1793.

(1) Nous faisons remarquer que le prince Roland ne cite pas la tribu des *Wapiana*. Pourtant M. F. im Thurn les mentionne expressément dans sa monographie *Among the Indians of Guiana*.

Aujourd'hui les Nègres des bois, c'est le nom générique de ces tribus, forment quatre groupes très distincts. 1<sup>o</sup> Les *Aucaners* (3000), fixés sur le haut cours de la Marowyne, sur le cours supérieur de la Cottica et sur le haut Suriname. 2<sup>o</sup> Les *Bekoës*, *Moësingas* ou *Matuari* (1000) qui habitent le cours supérieur de la Saramacca. 3<sup>o</sup> Les *Saramaccaners* (3500) qui occupent une cinquantaine de villages sur le haut Suriname. 4<sup>o</sup> Les *Bonis* (500) sur la haute Marowyne. Le nombre de ces nègres est donc en tout de 8000. Chaque tribu a un chef installé par le gouvernement. Ces peuples n'ont réalisé aucun progrès et s'élèvent à peine au-dessus de la barbarie.

Nous devons renvoyer au travail du prince R. Bonaparte pour les mœurs, les usages, la civilisation et le commerce de ces peuples. Un mot encore sur leur langue. C'est un mélange de la langue nègre primitive, du hollandais, de l'anglais avec un peu de français, mélange tout à fait barbare. On l'appelle le *nègre anglais*, bien qu'il y ait assez peu de traces de langue anglaise.

**Les Fuégiens** (1). — Le Dr Dominico Lovisato a publié dans le *Cosmos*, de Guido Cora, un article qui résume très bien l'état de nos connaissances sur la Terre de Feu et ses habitants.

On divise ces derniers en trois groupes : les *Onas* à l'est, les *Alaculufs* à l'ouest et les *Yahgans* au sud. Le second et le troisième groupe appartiennent à un même type d'origine asiatique, tandis que le premier est certainement de souche patagonne. Les *Onas*, tous chasseurs, sont au nombre de 2000 ; les *Yahgans* s'adonnent à la pêche et sont 3000 (2) ; enfin il y a 3000 *Alaculufs*, chasseurs et pêcheurs. Cette population accuse une dégénérescence très nette, due sans doute à son isolement d'avec le reste de l'univers. Les Fuégiens croient aux esprits et aux démons, il n'y a pas de traces de culte. L'instinct les guide plus que la raison, ils ne connaissent pas de vraie affection. Leur abaissement intellectuel est si profond qu'au delà du chiffre trois ils n'ont plus d'idée précise du nombre. Mais, chose étrange pour une race tombée si bas, leur langue à ce qu'assurent les missionnaires anglais qui ont traduit l'évangile de S. Luc en yahgan, possède plus de 30 000 mots (3). Comment ce riche héritage linguistique a-t-il

(1) *Cosmos* de Guido Cora, t. VIII, pp. 97-108, cfr. *NATURE*, 17 janv. 1885, p. 252.

(2) D'après un recensement fait en juin 1884, ils ne seraient que 945. Voir une lettre de M. Thomas Bridges à M. Flower dans le *JOURNAL OF THE ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE*, fév. 1885, p. 288.

(3) Dans la *REVUE DE LINGUISTIQUE ET DE PHILOGIE COMPARÉE*, n<sup>o</sup> du

survécu à la lente dégradation qui depuis tant de générations atteint les Fuégiens ? C'est un problème qui demande à être éclairci.

**Les Polynésiens (1).** — On connaît la belle publication du D<sup>r</sup> A. Lesson sur les Polynésiens commencée en 1879 (2). Dans le tome IV qui vient de paraître, l'auteur a résumé les théories qu'il a défendues au cours de l'ouvrage, à savoir que les Polynésiens, au lieu d'avoir émigré, comme on le pense généralement, à la Nouvelle-Zélande, sont originaires de cette contrée et se sont de là répandus sur les îles du Pacifique et sur les continents américain, asiatique et africain.

La question de l'origine des Polynésiens est hérissée de difficultés. La race est répandue sur une aire considérable et, entre les différents rameaux, il règne une ressemblance si intime de langage, de mœurs et de type qu'on doit conclure à une séparation relativement récente. En outre, on ne signale aucune connexion avec une race continentale. Enfin, comme le remarque le D<sup>r</sup> Lesson, les Polynésiens ne se rencontrent dans le Pacifique qu'à l'est d'une ligne tracée de la Nouvelle-Zélande à Hawaii.

C'est là le plus sérieux argument de M. Lesson, mais est-ce plus qu'une preuve négative ? Sans doute, il relève aussi les affinités signalées par de récents observateurs entre les Polynésiens d'une part et de l'autre entre les Dayaks et les Bateks de l'archipel indien ainsi qu'entre les Stiengs du Cambodge, et il conclut de ces faits à l'extension des Polynésiens jusqu'en Asie. Mais ces seuls indices n'autorisent-ils pas au même titre la conclusion contradictoire ? Le D<sup>r</sup> Lesson constate aussi la présence de la race polynésienne non seulement à Madagascar, mais même sur le continent africain. N'est-il donc pas plus naturel de supposer que l'émigration est partie du centre de l'archipel indien ou d'un continent du sud-est de l'Asie plutôt que de la Nouvelle-Zélande ? Il y a plus ; la ressemblance plus étroite admise par M. Lesson des idiomes malgaches avec celui de Samoa qu'avec le langage des Maoris rend naturelle l'hypothèse que les langues de Samoa et de Madagascar dérivent d'une même source asiatique. L'assertion du D<sup>r</sup> Lesson voyant dans le Maori la langue primitive des Polynésiens est des plus contestables.

J. G.

15 octobre 1884, pp. 295-323, M. Lucien Adam a commencé la publication d'une grammaire de la langue yahgane. Déjà en 1883 dans les GÖTTINGISCHE GELEHRTE ANZEIGEN, on trouve un essai de ce genre par M. Garbe.

(1) Voir THE ACADEMY, 31 janv. 1885, p. 76.

(2) *Les Polynésiens : leur origine, leurs migrations, leur langage*, par le D<sup>r</sup> A. Lesson, 4 vol., Paris, E. Leroux.

## MÉTÉOROLOGIE.

Les orages. — Les problèmes compliqués que soulèvent les manifestations électriques dont notre atmosphère est le siège sont loin d'être résolus. Rien ne le montre mieux que le grand nombre d'hypothèses auxquelles on fait appel pour expliquer l'origine, les variations et le jeu de l'électricité atmosphérique (1). La théorie des orages, en particulier, est encore très incomplète; à peine peut-on dire qu'elle soit ébauchée.

Mais si nous connaissons peu de chose sur la nature des orages, nous sommes au moins en possession des grandes lois qui régissent, dans nos contrées, leur apparition et leur marche. C'est une première conquête qui en amènera d'autres; en attendant, elle permet aux

(1) L'évaporation est insuffisante à expliquer l'origine de l'électricité atmosphérique : S. H. Freeman, *The American Journal of sc. and arts*, XXIII (1882), 428; *Philosophical Magazine*, 5<sup>e</sup> série, XIII (1882), 398. J. Blake, *Wied. Annalen der Physik*, XIX, 518; étude expérimentale de ces deux hypothèses auxquelles on a souvent recours pour expliquer la production de l'électricité atmosphérique : 1<sup>o</sup> L'évaporation d'un liquide donne naissance à de l'électricité; 2<sup>o</sup> La vapeur qui s'élève d'un liquide emporte de l'électricité répandue sur sa surface. — On ne peut pas affirmer que la condensation de la vapeur d'eau soit une des sources de l'électricité atmosphérique : S. Kalischer, *Wied. Ann. der Physik*, XX (1883), 614. — Peut-être faut-il recourir à une origine extra-terrestre : Becquerel, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, LXXV (1872), 1044 et 1146; l'hydrogène lancé par le soleil sous forme de protubérances doit être à l'état d'électricité positive; il communique cette électricité à notre atmosphère par l'intermédiaire des poussières cosmiques qui circulent dans l'espace et qui viennent fréquemment en collision avec la couche d'air qui nous environne. M. Faye, *Ibid.*, page 1155 : Cet intermédiaire n'est pas nécessaire. L'hydrogène solaire, excessivement raréfié, peut se répandre dans l'espace et arriver jusqu'à nous, malgré l'attraction solaire, apportant avec lui l'électricité positive dont il était primitivement doué.

Cette théorie soulève des difficultés, mais elle est digne d'attention. On rapprochera avec intérêt les deux mémoires de Becquerel et la lettre de M. Faye, des travaux récents sur la fréquence des orages comparée à celle des taches solaires. A Bruxelles, chaque période de minimum de taches est plus orageuse que la période de maximum qui la précède : Lancaster, *Discussion des observations d'orages* (1879), page 40; on trouvera là l'indication des recherches de MM. W. von Bozold, L. Cruls, F. G. Hahn, sur la même question. A Bruxelles, la marche de la fréquence des orages semble révéler de plus une période séculaire qui serait parallèle à celle des aurores boréales : Lancaster, *Mém. cité*, page 41; *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles pour 1877*, 208.

météorologistes de comprendre les orages dans le cadre de leurs prévisions.

Les premiers succès dans cette voie datent de vingt ans ; ils sont dus à M. Marié Davy.

En 1863, première année de la publication des cartes du service météorologique français, M. Marié Davy reconnut que les orages coïncidaient, en France, avec le passage des bourrasques. L'année suivante, cette coïncidence se montra d'une manière si régulière, qu'il se crut autorisé à formuler cette loi générale : Les orages se produisent sous l'influence des dépressions atmosphériques ; « ils accompagnent constamment les mouvements tournants de l'air ; mais, pour provoquer l'orage, ces mouvements ont d'autant moins besoin d'être fortement caractérisés que la température est plus élevée et l'air plus chargé de vapeur (1). »

Les observations ultérieures confirmèrent l'exactitude de cette loi : c'est à peine si elle souffre quelques exceptions ; et on reconnut bientôt qu'elle se vérifiait non seulement pour la France, mais pour les pays voisins, pour la Belgique entre autres.

C'est en 1877 que l'étude systématique des orages a été inaugurée à l'observatoire royal de Bruxelles, avec le concours d'observateurs de bonne volonté disséminés sur tous les points du pays. Tous étudient les orages qui éclatent sur la localité qu'ils habitent, en suivant des instructions communes que l'observatoire leur a dictées ; et ils envoient leurs observations à Bruxelles.

Ce sont ces documents que M. Lancaster, météorologiste inspecteur à l'observatoire royal, s'est chargé de mettre en œuvre. Son travail s'étend actuellement aux observations de 1877, 1878 et 1879 ; il a abouti à des résultats d'une grande importance, que l'auteur a fait connaître dans une notice de l'*Annuaire* pour 1878, et dans deux mémoires des *Annales* de l'observatoire.

Le premier de ces mémoires est consacré aux orages de 1878 ; il en a été rendu compte ici même (2). Nous n'y reviendrons que pour comparer ses conclusions à celles du second mémoire, publié récemment et que nous allons analyser (3).

(1) Marié Davy, *Les mouvements de l'atmosphère et des mers*, 1866, p. 376.

(2) *Revue des questions scientifiques*, t. VII, p. 211. — On trouvera dans la notice de l'*Annuaire* pour 1878 un exposé succinct de l'organisation des observations d'orages en Belgique.

(3) *Discussion des observations d'orages faites en Belgique pendant l'année 1879*, suivie d'un appendice sur les observations recueillies depuis

M. Lancaster y discute les observations d'orages faites en 1879. Le nombre des observateurs est resté sensiblement le même que l'année précédente : il est de 70 environ ; mais il se réduit à 53 si l'on rejette les stations dont les observations sont incomplètes.

La fréquence des phénomènes orageux, en 1879, a été à peu près normale ; à Bruxelles, par exemple, on a constaté 18 jours de tonnerre, alors que le nombre moyen est 16 (1). Seul le mois de juin a été exceptionnellement orageux. Tandis que d'habitude les orages qui éclatent pendant ce mois forment le *cinquième* environ de ceux que l'on observe dans tout le cours de l'année, ils fournissent, en 1879, pour la plupart des stations, la *moitié* ou près de la moitié du chiffre total.

La partie du pays où les phénomènes orageux semblent être le moins fréquents est la Flandre occidentale, le littoral excepté. La Hesbaie et la crête de partage des bassins de la Lesse et de l'Ourthe sont les régions les plus menacées. Quant aux pluies qui accompagnent les orages, elles sont plus intenses à l'ouest qu'à l'est du pays (2).

Le tiers des orages dont on a pu déterminer la marche *locale* se sont montrés au sud-ouest, et ont disparu au nord-est ; quatre-vingts pour cent sont venus d'un point de l'horizon compris entre le sud et l'ouest. En général, à l'ouest du pays, ils arrivent surtout des points compris entre le sud et le sud-ouest ; à l'est, au contraire, ce sont les directions comprises entre le sud-ouest et l'ouest qui dominent. Ce fait trouve son explication dans l'orientation des vallées du bassin de

un siècle, par A. Lancaster, météorologiste inspecteur à l'observatoire royal de Bruxelles, 1885 ; extrait des *Annales* de l'observatoire royal de Bruxelles.

(1) En 1878 on en a observé 27. Depuis 1833 la moyenne semble aller en augmentant :

de 1833 à 1847	elle est de	13, 1
de 1848 à 1862	»	» 17, 1
de 1863 à 1877	»	» 19, 3

Les observations antérieures à 1833, qui comprennent deux séries, l'une de trois ans (1785-1787) l'autre de sept (1822-1828) donnent pour moyenne 21, 7. — Sur l'activité croissante des phénomènes électriques dans d'autres stations européennes, voir H. Klein, *Das Gewitter*, Graz, 1871, dont M. Lancaster reproduit, dans son premier mémoire, page 4, quelques renseignements intéressants. — Sur le nombre annuel des jours d'orage dans les différents pays d'Europe, voir le premier mémoire de M. Lancaster page 35.

(2) Sur la distribution géographique de la pluie, en Belgique, voir le mémoire de M. Lancaster, *La pluie en Belgique* (extrait de l'*Annuaire* de l'observatoire pour 1884) ; ce mémoire a été analysé dans la *Revue*, livraison de juillet 1884.

l'Escaut et du bassin de la Meuse ; et dans la tendance bien marquée des orages à suivre les cours d'eau.

Si de la direction locale des orages on passe à leur direction *générale* à travers le pays, on trouve que c'est également la direction SW-NE qui l'emporte. Voici comment se répartissent les 27 orages de 1879 et les 43 orages de 1878 pour lesquels on a pu faire cette détermination :

En 1879		En 1878	
S W . . . . .	17	S W . . . . .	24
S . . . . .	3	S . . . . .	6
W S W . . . . .	3	S E . . . . .	4
S S W . . . . .	2	W . . . . .	3
W . . . . .	1	S S W . . . . .	2
S S E . . . . .	1	S S E . . . . .	1
		N E . . . . .	1
		N W . . . . .	1
		W S W . . . . .	1

La direction locale et la direction générale s'accordent donc à montrer que les météores orageux suivent la marche même de l'air autour d'un minimum barométrique ; ils sont par conséquent entraînés avec l'atmosphère dans son mouvement cyclonique.

Leur vitesse moyenne est de 40 à 50 kilomètres à l'heure. Huit orages dont la marche était bien caractérisée ont donné comme vitesse moyenne 45 kilomètres. Or, pendant ces huit orages, la vitesse du vent au niveau du sol n'a pas dépassé 15 kilomètres ; ce sont donc les courants supérieurs de l'atmosphère qui entraînent, avec leur vitesse propre, les nuages orageux.

Puisque l'on connaît la vitesse habituelle de translation des dépressions orageuses, et la route SW-NE qu'elles parcourent généralement, il devient aisé de comprendre ces météores dans le service des avertissements. Lorsqu'un orage important éclate en France, par exemple, notre pays pourrait être averti de son existence et des conditions dans lesquelles il se présente, et la nouvelle de son approche répandue dans les provinces qui sembleraient le plus menacées. On comprendra mieux encore la possibilité de cette prévision, lorsque nous aurons fait connaître les grandes lois qui régissent l'apparition et le développement des orages dans nos contrées.

En Belgique, comme en France, *les orages éclatent sous l'influence des dépressions atmosphériques.*

Un coup d'œil jeté sur la carte des pressions atmosphériques du Bulletin de l'observatoire fournira donc une première indication sur

la probabilité de voir se produire un orage. Un anticyclone couvre-t-il l'Europe occidentale, on n'a rien, ou, au moins, très peu de chose à craindre ; est-ce au contraire le régime cyclonique qui domine, voyez dans quelle direction se trouve le minimum barométrique ou le centre du cyclone :

*Les orages éclatent de préférence, chez nous, lorsque le centre des dépressions se trouve à l'WSW, à l'W, à l'WNW ou au NW par rapport à Bruxelles* ; ou, en termes plus généraux, lorsqu'une dépression atmosphérique couvre l'Europe occidentale, c'est dans le secteur S-E que se produisent les phénomènes orageux.

Il n'y a rien là qui doive surprendre ; puisque c'est dans ce secteur que se trouvent plus spécialement réalisées toutes les conditions favorables à la production des orages. On sait, en effet, que les terres sont beaucoup plus échauffées que la mer en été, et d'autant plus qu'on descend davantage vers le midi. Or la portion S-E des dépressions de l'ouest de l'Europe, s'étale toujours sur la partie de continent la plus méridionale recouverte par ces dépressions. De plus, l'air qui coule dans ce secteur, venant directement de l'Océan et des plus basses latitudes soumises à l'influence des dépressions, est naturellement très riche en humidité. De là, par conséquent, dans ce secteur privilégié, une température plus élevée et de l'air plus chargé de vapeur d'eau ; c'est-à-dire la réunion des conditions les plus favorables à la production des phénomènes orageux.

Notons en passant que, d'une manière absolue, c'est le gradient NW qui provoque le plus fréquemment les orages à grêle ; si l'on tient compte de la fréquence de chaque gradient, c'est la direction WSW qui l'emporte. De même, ce sont les dépressions dont le centre se trouve dans le secteur SW-W qui, généralement, provoquent les orages accompagnés des plus fortes pluies ; mais la position du centre des dépressions n'est pas la seule cause qui influe sur l'abondance de ces ondées ; elle dépend aussi de l'excès de la température sur la température normale et de la pression barométrique.

Il y a, sur les directions privilégiées dont nous venons de parler, des positions géographiques du centre de dépression spécialement favorables à la production des orages en Belgique :

*Les phénomènes électriques atteignent chez nous leur maximum d'intensité et de développement lorsque les dépressions ont leur foyer en Irlande, sur la mer d'Irlande ou sur la région formant la limite entre l'Écosse et l'Angleterre.* Les troubles atmosphériques qui se présentent à l'entrée de la Manche, sur le pays de Galles ou sur le canal

Saint-Georges, favorisent également la naissance ou le passage des orages sur notre pays. Il en est de même, mais à un degré moindre, de ceux qui se montrent près des Hébrides, au large des côtes norwégiennes, au nord des Pays-Bas et sur la mer du Nord jusqu'au Ska-ger-Rack.

Les trois lois que nous venons d'énoncer seront utiles à ceux qui consultent la carte des pressions atmosphériques du Bulletin météorologique de l'observatoire de Bruxelles, ou, au moins, le texte de ce Bulletin reproduit dans la plupart de nos journaux. Mais la simple lecture du baromètre, réduite au niveau de la mer, ne peut-elle pas nous renseigner sur les menaces d'orage ?

Nous venons de voir que le régime anticyclonique contrarie la formation des orages ; et que le régime cyclonique la favorise. Pouvons-nous en conclure qu'un baromètre bas annonce l'orage ?

Formulée dans ces termes généraux, cette conclusion est bien vague et surtout trop absolue ; mais les observations permettent de la préciser :

*Les orages par hautes pressions barométriques sont très rares, peu intenses et essentiellement locaux. Ils éclatent le plus souvent par des pressions comprises entre 755<sup>mm</sup> et 750<sup>mm</sup>, puis entre 760<sup>mm</sup> et 755<sup>mm</sup>. Ainsi, en 1878, du mois d'avril au mois d'août, 21 fois le baromètre, réduit au niveau de la mer, a indiqué à Bruxelles une pression comprise entre 755<sup>mm</sup> et 750<sup>mm</sup>, et 15 fois des orages ont éclaté, le même jour, sur la Belgique. En 1879, pendant la même période, cette même hauteur barométrique a été constatée également 21 fois, et 18 fois des orages ont suivi. Par des pressions inférieures à 750<sup>mm</sup> les orages sont beaucoup moins fréquents. Ce sont donc les cyclones faibles, dont le minimum barométrique est peu profond et le gradient peu prononcé, qui favorisent surtout la production des orages.*

Passons maintenant de la pression atmosphérique à la température de l'air.

Il semble à première vue que l'excès de la température de l'été sur celle de l'hiver soit la cause principale des phénomènes orageux ; c'est leur cause unique dans l'opinion de la plupart des gens.

Dans nos contrées, en effet, la courbe de la fréquence des orages suit, pendant le cours de l'année, les allures de la courbe annuelle de la température ; le nombre des orages, pendant les différentes saisons, croît et décroît avec la température. Une coïncidence semblable se mani-

festé encore lorsque l'on compare la courbe de la marche diurne de la température à celle de la fréquence horaire des orages : c'est vers 2 heures de l'après-midi que la température diurne atteint son maximum, et c'est vers 3 heures que les observations fixent le maximum de la fréquence horaire des orages ; une heure par conséquent après le maximum thermique, et une heure environ avant le minimum de l'après-midi de la variation diurne du baromètre, qui se produit vers 4 heures.

Ces coïncidences sont certainement très remarquables ; mais ce qui ne l'est pas moins c'est l'allure différente qu'affecte la distribution annuelle et diurne des orages dans le nord-ouest de l'Europe. Ainsi, dans le nord-ouest de l'Écosse et en Islande, les orages sont plus fréquents en hiver qu'en été. Des 23 orages observés à Stykkisholm (Islande) de 1866 à 1879, *un seul* a éclaté pendant la période chaude de l'année ; et *trois* seulement ont sévi alors que le soleil se trouvait sur l'horizon. C'est donc pendant l'hiver et pendant la nuit que se manifestent les phénomènes orageux dans cette île ; ils y sont, du reste, de courte durée, et accompagnent les cyclones du NW de l'Europe (1).

D'autre part, entre les tropiques, aux Antilles, par exemple, la fréquence des orages atteint, comme dans nos contrées, un maximum très marqué en été ; et cependant l'excès de la température de l'été sur celle de l'hiver est bien moins sensible qu'ici. Ce double fait apparaît nettement dans les observations recueillies à la Jamaïque par M. J.-C. Houzeau (2) ; et nous l'avons vérifié récemment en compulsant les observations publiées par le P. B. Viñes, directeur de l'observatoire du collège royal de Belen, à la Havane (3).

Voici, d'après la revue *Ciel et Terre*, le nombre des jours d'orage par mois, à la Jamaïque ; et les moyennes de trois observations journalières du thermomètre, représentant assez exactement la marche annuelle de la température dans cette île :

(1) CIEL ET TERRE, t. 1, 467 : *Les orages en Écosse et en Islande. — Les orages et la chaleur*, A. L. et J. V.

(2) *Mémoires couronnés de l'Académie royale de Belgique* (in-8°), t. XXV ; et *Ciel et Terre*, art. cité.

(3) *Observaciones magnéticas y meteorológicas del real Colegio de Belen de la Compania de Jesus en la Habana*, années 1873, 1874 et 1875 (ce dernier volume a été publié en 1884).

	<i>Nombre de jours d'orage par mois</i> (moyenne des années 1869 à 1873.)	<i>Température par mois</i> (moyenne des années 1870 à 1873.)
Janvier . . . . .	0,8 . . . . .	21,6
Février . . . . .	0,6 . . . . .	21,9
Mars. . . . .	0,4 . . . . .	22,4
Avril . . . . .	0,4 . . . . .	23,5
Mai . . . . .	5,6 . . . . .	24,1
Juin . . . . .	6,2 . . . . .	25,5
Juillet . . . . .	8,4 . . . . .	25,5
Août . . . . .	10,0 . . . . .	24,9
Septembre. . . . .	11,8 . . . . .	23,7
Octobre. . . . .	4,6 . . . . .	23,6
Novembre . . . . .	1,8 . . . . .	23,0
Décembre . . . . .	3,2 . . . . .	21,9

Voici les tableaux correspondants pour la Havane :

	<i>Nombre de jours d'orage par mois (1)</i> (moyenne des années 1873 à 1875.)	<i>Température par mois</i> (moyenne des années 1873 à 1875.)
Janvier . . . . .	0,7 . . . . .	22,6
Février . . . . .	0,0 . . . . .	23,8
Mars . . . . .	0,7 . . . . .	24,5
Avril . . . . .	2,0 . . . . .	25,6
Mai . . . . .	6,6 . . . . .	27,5
Juin . . . . .	11,3 . . . . .	28,5
Juillet . . . . .	11,6 . . . . .	28,8
Août. . . . .	13,0 . . . . .	28,4
Septembre. . . . .	10,0 . . . . .	27,7
Octobre . . . . .	2,7 . . . . .	25,9
Novembre . . . . .	1,6 . . . . .	24,7
Décembre . . . . .	0,3 . . . . .	23,2

On le voit, la variation annuelle de la température est presque nulle à la Jamaïque, peu sensible à la Havane; et, cependant, les orages s'y multiplient depuis la fin de l'hiver jusqu'à la fin de l'été. Si cet accroissement du nombre des orages était uniquement dû au faible excès de la température de l'été sur celle de l'hiver, à Bruxelles, où cet excès est beaucoup plus considérable, la fréquence des orages devrait augmenter dans des proportions bien plus grandes que ne l'indique le tableau suivant où sont réunies toutes les observations faites depuis un siècle :

(1) Nous ne tenons compte que des jours où l'on a entendu le tonnerre à l'observatoire.

	<i>Nombre de jours d'orage par mois</i> (moyenne des années 1785-1787; 1822-1828; 1833-1879.)	<i>Température par mois</i> (moyenne des années 1873 à 1876.)
Janvier . . . . .	0,2 . . . . .	20,2
Février . . . . .	0,2 . . . . .	3,3
Mars . . . . .	0,7 . . . . .	5,3
Avril . . . . .	1,0 . . . . .	9,0
Mai . . . . .	2,6 . . . . .	13,0
Juin . . . . .	3,3 . . . . .	16,0
Juillet . . . . .	3,6 . . . . .	18,1
Août . . . . .	3,5 . . . . .	17,5
Septembre . . . . .	1,5 . . . . .	14,6
Octobre . . . . .	0,5 . . . . .	10,4
Novembre . . . . .	0,1 . . . . .	5,7
Décembre . . . . .	0,1 . . . . .	3,1

Une température élevée seule ne suffit donc pas à donner naissance aux orages; le climat du nord-ouest de l'Europe, les tableaux que nous venons de mettre sous les yeux du lecteur, et les lois que nous avons rappelées plus haut sur le caractère cyclonique de ces météores le disent assez. La température cependant joue un rôle important dans la production des phénomènes orageux. Son influence apparaît nettement dans les observations faites à Bruxelles depuis 1833.

Elles montrent, en effet, que la température des jours d'orage dépasse la température normale de 1°,8 en moyenne. Cet écart atteint 3° les jours de fort orage, et 3°,2 les jours de violent orage.

La production des orages dépend donc des deux facteurs météorologiques les plus importants : la pression atmosphérique et la température. Pour se renseigner sur les menaces d'orage, il faut donc interroger le baromètre et le thermomètre :

*Une température élevée au moment d'une dépression barométrique constitue l'état atmosphérique le plus favorable à la production des phénomènes électriques.* Une température élevée sans dépression ou une dépression sans température élevée n'amène pas d'orages.

L'influence de la température et celle des pressions faibles se manifestent également dans les observations de la Havane. Des 186 orages renseignés dans les trois volumes des *Observaciones* que nous avons cités plus haut, 142 ont éclaté de deux à six heures de l'après-midi, 21 dans la soirée, 17 dans la matinée, et 6 seulement avant six heures du matin. Leur apparition coïncide avec des pressions barométriques moyennes; le plus grand nombre ont éclaté sous pression de 765 à 760 ou 760 à 755 millimètres.

Tous ces faits sont certainement appelés à jeter beaucoup de lumière sur la théorie des orages. Leur nature cyclonique « est désormais un fait acquis à la science, dit M. Lancaster. Toutes les recherches entreprises dans ces dernières années sur ces intéressants météores ont confirmé ce que nous en disions dès 1879. Il nous suffira de citer à cet égard les travaux de C. Ferrari en Italie, de W. von Bezold et de W. Köppen en Allemagne. » Les orages « comme les trombes, les bourrasques, etc., consistent en un mouvement tourbillonnaire de l'air qui donne naissance aux manifestations électriques, aux pluies copieuses, aux chutes de grêle, aux changements et aux coups de vent qui les caractérisent. L'étendue de ces mouvements est restreinte; elle atteint rarement, pensons-nous, 30 lieues en diamètre... En considérant les orages comme des dépressions en miniature, on comprend sans peine, par analogie, leur translation; on peut aussi facilement expliquer, dans cette hypothèse, tous les phénomènes subsidiaires auxquels ils donnent naissance...

» Quant à l'origine des orages, elle est étroitement liée aux courants verticaux qui se produisent en été dans l'atmosphère et qui, en amenant la condensation de la vapeur d'eau que les colonnes d'air ascendant entraînent avec elles (1), donnent lieu à un abaissement du baromètre, autrement dit à une faible dépression. Si les courants ont été assez énergiques et si la masse aérienne est calme, la dépression pourra s'accroître et les météores qui en dépendent, éclairs, tonnerre, pluie, grêle, se produire. L'ensemble du phénomène orageux suivra le mouvement général de l'atmosphère, et subsistera aussi longtemps que les circonstances propres à son renouvellement immédiat seront favorables. »

L'intérêt du mémoire de M. Lancaster nous a fait dépasser depuis longtemps les bornes d'un simple compte rendu; nous sommes loin cependant d'en avoir épuisé toutes les données. Parmi les paragraphes que nous avons passés, il en est un consacré aux *coups de foudre*. L'auteur constate que ce sont les arbres qui sont surtout frappés, puis les habitations isolées dans la campagne. Dans les villes la foudre tombe plus rarement, et plus rarement aussi elle y occasionne des

(1) On pourra consulter avec intérêt sur la formation des orages, l'analyse d'un important travail de M. W. Köppen, dans la revue *Ciel et Terre*, 4<sup>e</sup> année, p. 179, ainsi qu'un article plus récent de M. C. d'Espiennes dans la 3<sup>e</sup> année de la même revue, p. 306. Voyez aussi la *Nature*, n<sup>o</sup> 585, p. 173 (note de M. Plumondon), où l'on trouve des observations confirmant celles de M. d'Espiennes (note de M. Lancaster).

dégâts notables. Ces conclusions concordent avec celles d'un travail récent de M. von Bezold, de Munich, sur les coups de foudre en Bavière. Peut-être M. Lancaster trouverait-il, dans les nombreux documents dont il dispose, des données intéressantes sur l'influence des attractions locales et sur celle de la forme des nuages, de la direction du vent, et de l'état hygrométrique de l'air.

Nous souhaitons que les résultats importants auxquels il est déjà parvenu l'engagent à continuer cette revue annuelle des observations d'orages en Belgique. Il n'est pas douteux qu'une étude si habilement menée n'aboutisse à la connaissance complète des lois qui régissent le développement et la marche de ces météores. Ce sera pour l'agriculture une conquête aussi importante que l'a été, pour la navigation, la découverte des lois qui gouvernent les tempêtes.

J. THIRION, S. J.

## GÉOGRAPHIE.

**Population d'Anvers.** — Anvers est aujourd'hui le premier port de l'Europe continentale et dépasse, même pour le tonnage, tous les ports du Royaume-Uni, à l'exception de ceux de Londres et de Liverpool. Sa population s'élève actuellement à 200 008 habitants. Les deux grands faubourgs de Berchem et de Borgerhout ne sont pas compris dans ce chiffre.

Voici le mouvement de cette population pendant les cinquante dernières années :

1829	72 962	Augmentation.
1839	78 058	5 096 ou 6,98 pour cent.
1849	86 974	8 936 » 11,46 »
1859	108 675	21 981 » 25,26 »
1869	132 970	23 995 » 22,02 »
1879	173 643	46 673 » 30,59 »

Dans les trente dernières années, 1849-1879, l'augmentation a donc été de 86 649 habitants. Sur ce nombre 32 259, soit 37 pour cent, proviennent de l'excédent des naissances sur les décès.

En voici le tableau :

	naissances	décès	excédent.
1850-1859	34 423	26 182	8 241
1860-1869	41 033	33 812	7 221
1870-1879	57 560	40 763	16 797
	<u>133 016</u>	<u>100 757</u>	<u>32 259</u>

**Commerce de la Chine.** — Vingt-deux ports de la Chine sont ouverts au commerce européen et américain, par suite de divers traités conclus de 1854 à 1883. D'après l'inspectorat impérial des douanes le commerce extérieur de ce pays avec les nations étrangères, en 1883, a été de 73 567 702 taëls à l'importation et de 70 197 693 à l'exportation. Le taël des douanes étant compté à 7 francs, cela fait près de 515 millions de francs à l'importation et plus de 490 millions à l'exportation, soit en tout au delà d'un milliard.

Cependant le commerce de la Chine va en déclinant d'année en année depuis 1876. Ainsi la différence est de fr. 46 000 000 en faveur de 1882. Il y a eu en 1883 une diminution de fr. 25 000 000 au moins sur l'opium, les cotonnades, les lainages et les métaux, produits qui fournissent le principal objet de l'importation. A l'exportation il y a une légère hausse, fr. 10 000 000 environ sur le thé et la soie, mais il y a baisse sur le sucre et sur d'autres articles.

Le port qui fait le plus grand commerce est Shang-hai, dont les affaires vont à fr. 530 000 000, principalement en soie ; Canton fait des affaires pour 133 millions, Amoy pour 75, Foo Chow pour 72, Swatow pour 55, Hankow pour 50, Tientsin pour 35, etc.

Le commerce de l'Angleterre avec la Chine, en 1883, a été de fr. 626 000 000, dont deux cinquièmes à l'importation et trois cinquièmes à l'exportation ; fr. 33 600 000 pour le port de Hong-kong. C'est plus de 60 pour cent du commerce total. — La France a fait 200 millions, elle a pris pour plus des deux tiers des soies. Les États-Unis ont fait 50, la Russie 40, le reste de l'Europe continentale 30 et le Japon 35.

Il est entré dans les ports de la Chine, en 1883, 23 863 navires, jaugeant 17 590 000 tonneaux, non compris le cabotage qui est beaucoup plus considérable. Sur ce chiffre de près de 24 000 navires, 14 205 étaient anglais avec 11 000 000 de tonneaux, et 6295 chinois avec 4 942 000 tonneaux.

**Carte en relief du Japon.** — Au collège noble de Tokio, se trouve dans une cour annexée à l'établissement une carte en relief du pays. Elle a un millier de mètres de long et est faite en gazon et en pierres ; tout autour est du sable fin qui représente la mer. De petites rigoles remplacent les rivières. Les bois et forêts sont formés de petits arbres entremêlés de petites plantes réelles. Mais ce sont surtout les montagnes que l'on est parvenu à rendre d'une manière admirable avec leurs hauteurs relatives et leurs formes variées. De petites plaques de

métal servent à indiquer les villes, et toute la carte est recouverte d'un treillis en fils d'archal destinés à figurer les degrés de longitude et de latitude (1).

**Le commerce de l'Afrique occidentale.** — La côte occidentale de l'Afrique se divise par rapport au commerce en deux parties complètement distinctes. La première, connue des traitants sous le nom de côte ouest, commence au cap Vert pour finir au mont Caméroun, l'autre, appelée côte sud-ouest, s'étend de là jusqu'aux colonies portugaises. Sur la première, l'échange des marchandises a en grande partie disparu et fait place à l'argent monnayé, grâce aux nombreux établissements européens et à la république de Libéria. Le commerce par échange reprend à l'embouchure du Niger; c'est là que commence le domaine commercial des *Oil Rivers*, rivières à l'huile, ainsi nommées parce que dans ces parages la valeur des marchandises se mesure par une certaine quantité d'huile de palme nommée *krou*. Les habitants de Caméroun et ceux des petits ports de Malimba et de Petit Batinga suivent le même système. Il change plus au sud et à l'embouchure du Congo. Là l'unité de valeur est un morceau d'étoffe nommé *Cong*, ou bien encore c'est une barre de cuivre jaune ou aussi de fer appelée *Bar* et dont l'usage date de l'époque de la traite des nègres. Bien que la grandeur du *Cong* et du *Bar* ne soit pas la même partout, leur emploi est général dans toute la contrée depuis quelque distance au nord du Gabon jusque vers Ambriz. Au marché de Liverpool, on fait une grande différence entre l'ivoire de la côte ouest et celui de la côte sud-ouest; le premier est plus mou, le second est plus dur, c'est le *transparent bone* du commerce, on le trouve jusqu'à Batanga, à environ un degré au sud de Caméroun. Il y arrive de très loin à l'intérieur, il en est de même de l'ivoire du Gabon et de l'Ogowé; souvent le marchand nègre, pour qui le temps n'a aucune valeur, ne parvenant pas à s'entendre sur le prix de sa marchandise, préfère reporter ses défenses à l'intérieur, pour les apporter de nouveau cinq ou six mois plus tard et les céder quand même, après avoir fait un long voyage inutile. Le commerce du caoutchouc n'existe ni au Caméroun ni au Niger. Il commence à la baie de Bata vers 2° Lat. N. et c'est le principal commerce de là jusqu'au Congo et jusqu'aux possessions portugaises.

On voit par ces détails dus à M. Woermann, de Hambourg, que

(1) *Foldrajzi Kozlémények*, oct. 1884.

la côte sud-ouest est le débouché non seulement du bassin du Congo, mais encore du Gabon et de l'Ogowé et même de l'Afrique équatoriale tout entière (1).

**Les républiques du Stellaland, de Goshen et du Zoulouland.** — A peine les envoyés des Boërs du Transvaal sont-ils de retour dans leur pays, qu'il est de nouveau question de difficultés entre eux et les colons anglais du Cap. Ces difficultés ont surgi à propos des trois petits pays dont nous venons d'écrire les noms. Ils sont, peut-on dire, inconnus en Europe, et les deux premiers ne figurent encore, que je sache, sur aucune carte de l'Afrique. Le peuple zoulou est connu par la mort du prince impérial et la captivité de Cettiwayo, mais qui a entendu parler d'une république appelée Zoulouland ?

Nous croyons être agréable aux lecteurs de la *Revue* en empruntant quelques détails sur ces contrées aux *Mittheilungen* de Petermann (nov. 1884, p. 533).

Le Stellaland est situé au sud-ouest du Transvaal, vers 27° lat. S et 25° long. E. Gr. Il est borné au sud par West-Griqualand et au nord par Goshen ; ce dernier nom a été donné à la contrée par les ministres protestants en souvenir de la terre de Goshen (Gessen de la Vulgate) où les Israélites résidèrent pendant leur séjour en Égypte. Par le traité du 20 juillet 1883, Manquruané et Massao, chef des Batlaping, cédèrent aux Boers du Transvaal cette contrée, qui fut proclamée république le 6 août suivant, et dont les frontières furent fixées par les décrets du 7 août, du 18 septembre et du 6 novembre. De son côté le Rév. Mackenzie, commissaire britannique, proclama l'annexion du pays à la couronne anglaise le 1<sup>er</sup> août 1884. Peu après cependant le colonel Rhodes, successeur de Mackenzie, dut céder devant la protestation et la révolte des habitants, amener son pavillon et reconnaître l'indépendance de la nouvelle république. Ajoutons qu'avant les derniers événements quelques habitants avaient demandé que le pays fût annexé à la colonie du Cap, mais que cette demande est toujours restée sans réponse. L'étendue du Stellaland est d'environ 6000 milles carrés (15 500 kilomètres carrés), la population est évaluée à 3000 blancs et 17 500 indigènes dont 12 500 obéissent à Manquruané et 5000 à Massao. Le sol est très favorable à l'agriculture et à l'élevage du bétail ; l'eau néanmoins n'y est pas abondante et il s'y trouve peu de bois, mais la proximité des mines de diamants facilite la vente des produits agricoles.

(1) *Deutsche Geographische Blätter von Bremen*. VII, 4.

Goshen est situé au nord de Stellaland. Les deux chefs des Barolong, Moshette et Montsioa y proclamèrent la république, par un traité de paix, le 24 octobre 1882. Dix-huit mois après, en mai 1884, Montsioa reprit les armes et attaqua Vrywiller Rust. Un grand nombre de Boers du Transvaal accoururent au secours de Moshette, qui resta vainqueur. La paix fut conclue le 28 août de cette année. Les Boers forcèrent Montsioa de reconnaître leur suprématie, et d'abandonner toutes ses possessions, et lui assignèrent un terrain de 250 kilomètres carrés pour résider lui et ses sujets. Le 16 septembre le parlement du Transvaal décréta l'annexion de Goshen, mais comme ce décret était contraire à la convention de Londres, le président Kruger le cassa le 15 octobre suivant. La république de Goshen a environ 4000 milles carrés (10 400 kilomètres carrés). Il y a 2000 blancs et 15000 indigènes, dont seulement 2300 sont soumis à Moshette; les autres reconnaissent l'autorité de Montsioa. Le sol, mieux arrosé que celui du Stellaland, a également peu de bois; il est surtout favorable à l'élevé des moutons.

La république du Zoulouland se trouve au sud-est du Transvaal. Elle est bornée au nord par le Swasiland et au sud par le terrain neutre que l'Angleterre s'est réservé après avoir vaincu Cettiwayo. Après que celui-ci, rétabli sur son trône, fut mort le 8 février dernier, les Boers ont proclamé et couronné roi des Zoulous son fils Dinizoulou. Ce prince, par traité du 16 août 1884, a cédé au Transvaal la partie septentrionale de son territoire, indépendant jusqu'alors, et a reconnu, lui et son peuple, la suprématie de la république. Son pays a environ 11 560 kilomètres carrés. C'est la meilleure et la plus saine partie de tout le Zoulouland; bien arrosée, riche en bois, et des plus favorables à l'élevage des moutons. Sa population compte 2500 blancs et 18 500 indigènes, outre 26 000 Zoulous qui reconnaissent son protectorat. La nouvelle république a pris pour armoiries un navire d'or sur champ d'azur, voulant sans doute indiquer par là qu'elle compte s'approcher de l'Océan et occuper un jour la baie de Sainte-Lucie. Malheureusement pour ses projets, il y a une quarantaine d'années, l'Angleterre s'est fait céder par le roi Panda cet excellent port, avec l'embouchure du fleuve Umvelosi qui s'y jette. Elle ne l'a pas encore occupée que nous sachions, mais l'acte de cession existe, et elle saura le faire valoir lorsqu'il lui conviendra.

**Du Congo au Nil.** — L'insurrection du Mahdi et du Soudan égyptien a séparé complètement du monde civilisé les provinces équato-

riales que l'Égypte possédait sur le haut Nil. Il s'y trouve trois Européens, Emin bey (Schnitzler), Lupton bey et le D<sup>r</sup> Juncker, dont on n'a plus eu de nouvelles depuis longtemps. Le sort du général Gordon préoccupait tellement le monde qu'on paraissait avoir oublié ces malheureux. Nous avons été heureux de lire dans les journaux que le voyageur autrichien, Oscar Lenz, qui, après un voyage à l'Ogôwé en 1874-76, s'est rendu célèbre il y a cinq ans, en allant du Maroc à Saint-Louis par Tombouctou, va partir pour le Congo. Il se propose de visiter les diverses stations établies sur le fleuve et de se rendre par le Arouwimi au haut Nil et d'établir ainsi une communication entre les deux plus grands cours d'eau de l'Afrique. Les frais de ce voyage seront couverts par la Société de géographie de Vienne, l'empereur d'Autriche et le roi des Belges.

**L'Hôpital Gordon.** — Aussitôt que l'on eut reçu à Londres la nouvelle positive de la mort du général Gordon, il se constitua un comité pour élever un monument en souvenir de l'héroïque défenseur de Khârtoum. Ce comité s'est réuni, samedi 14 mars, au Mansion-House, à Londres. On remarquait parmi les assistants le prince de Galles, les ducs de Cambridge et d'Édimbourg, le cardinal Manning, le marquis Tcheng, ambassadeur de la Chine, lord Grandville, sir William Harcourt et plusieurs autres personnages de distinction. L'assemblée était présidée par le lord-maire. Elle a adopté à l'unanimité la proposition du prince de Galles, de créer à Port-Saïd un hôpital anglais, pour lequel la Compagnie du canal a fait don d'un terrain et qui sera une institution nationale et éminemment utile. Il s'appellera *Gordon Memorial Hospital*, et les frais en sont évalués à 11 000 livres sterling (275 000 fr.). Les dons recueillis s'élèvent déjà à plus de 6000 livres (150 000 fr.) et l'on compte arriver à trois fois cette somme au moins. Un des assistants ayant demandé à quoi serait employé le surplus, l'assemblée a adopté par acclamation la proposition du cardinal Manning, de le consacrer à l'extirpation de l'esclavage dans l'Afrique centrale, ce qui, comme Son Éminence le fit remarquer, fut le but que cet homme héroïque poursuivait dans toutes ses actions.

**Le voyage du marquis Buonfanti.** — L'année dernière, les journaux de Bruxelles et d'Italie se sont beaucoup occupés d'un voyage à travers l'Afrique septentrionale que le marquis Buonfanti aurait fait en 1881-1883 en compagnie d'un naturaliste américain, le D<sup>r</sup> van Flint.

M. Buonfanti a donné le 6 mars 1884 une conférence sur ses aventures à la Société de géographie de Bruxelles, qui l'a publiée dans son *Bulletin* (1884, pages 67 et 113). Voici un résumé de ce récit :

Aidés par des consuls et des négociants résidant à Tripoli, les voyageurs organisèrent une caravane et, escortés par 30 cavaliers touaregs, ils partirent le 1<sup>er</sup> avril 1881 de Tripoli pour Bornou. Après des efforts infructueux pour atteindre Adamaoua, ils se replièrent vers l'ouest et arrivèrent près de Say au Niger. Ils remontèrent ce fleuve jusqu'à Tombouctou, où ils pénétrèrent. Résolus de reconnaître les contrées inconnues qui se trouvent entre le Niger et le golfe de Guinée, ils organisèrent une caravane et se joignirent à des marchands de Mossi qui retournaient dans leur pays. Malheureusement près de Arre, capitale du Tombo, ils tombèrent entre les mains de brigands qui les dépouillèrent de tout et ne leur laissèrent que la vie. Ils réussirent néanmoins à traverser les huit à neuf cents kilomètres qui les séparaient de la côte, et arrivèrent exténués, le 2 février 1883, à Kironoro. Là, des missionnaires catholiques les reçurent à bras ouverts et leur donnèrent les moyens d'atteindre Lagos, où ils arrivèrent le 5 mars. Un résumé de cette conférence fut publié dans les *Mittheilungen* de Petermann, et arriva au mois d'août 1884 à Lagos entre les mains du voyageur allemand, Gottl. Ad. Krause, qui s'empessa de demander à l'éditeur des renseignements sur ce voyage. Dans sa lettre datée du 23 août et publiée dans les *Mittheilungen* de février, il dit n'avoir jamais entendu parler de M. Buonfanti ni de son compagnon, bien qu'il résidât à Tripoli au commencement de 1881, au moment même où ils organisaient leur caravane, et qu'il fût intimement lié avec les consuls d'Italie et des États-Unis. Bien plus, il croit pouvoir affirmer qu'à cette époque aucune caravane n'a quitté Tripoli, soit d'Européens, soit même de mahométans étrangers à la Régence. M. Krause ajoute qu'il est à Lagos depuis quatre mois et demi. Il a été en relations avec le R. P. Lachausse, supérieur de la mission catholique, qui non seulement ne lui a pas parlé de M. Buonfanti, mais même lui a affirmé être le seul Européen qui ait pénétré à l'intérieur ; malheureusement celui-ci se trouvait absent à la date de la lettre, de sorte que M. Krause n'a pu l'interroger formellement sur le compte du voyageur italien. Les religieuses, auprès desquelles M<sup>me</sup> Krause est allée aux informations, ne savaient rien d'un voyageur qui eût été assisté dans une des missions. A Lagos non plus aucun des résidents ne se rappelle qu'un Européen soit arrivé de l'intérieur l'année dernière.

M. Buonfanti est entré au service de l'Association internationale et se trouve actuellement au Congo ; il faudra attendre ses explications pour juger si c'est un second Douville ou un voyageur sérieux.

**Le nouvel État du Congo.** — L'acte final de la conférence de Berlin a consacré définitivement l'œuvre du roi des Belges et constitué un nouvel État, dont toutes les puissances de l'Europe, ainsi que les États-Unis de l'Amérique, ont solennellement reconnu, le 26 février 1885, la neutralité et l'indépendance. Les États-Unis d'abord, ensuite divers gouvernements de l'Europe avaient reconnu comme pavillon ami celui de l'Association internationale africaine, et admis le bien-fondé des acquisitions que celle-ci avait faites en Afrique. Il fut plus difficile d'obtenir la reconnaissance du Portugal et celle de la république française. Le Portugal, s'appuyant sur son droit de première découverte, prétendait à la possession des deux rives du Congo ; la seconde arguait de l'acquisition de divers territoires faite en son nom par M. Savorgnan de Brazza en 1883, le long du Quillou, dont il avait le premier visité les bords en 1882, lorsqu'il se trouvait dans ces parages au nom de l'Association internationale. Ces acquisitions étaient restées inconnues jusqu'à l'approbation du gouvernement français publiée dans le *Bulletin des lois* (n° 888). Il n'est donc pas étonnant que l'Association, ignorant comme tout le monde que son agent eût forfait à ses engagements, ait fondé une série de stations le long de cette rivière, pour se ménager une voie vers les stations du haut Congo, dans un moment où l'Angleterre venait de conclure avec le Portugal un traité par lequel elle reconnaissait les prétentions de cet État sur l'embouchure du fleuve. Enfin le tout s'est arrangé, et les limites respectives ont été déterminées avec la France par le traité du 4 février, et avec le Portugal par celui du 14. Ces limites, solennellement confirmées par le traité du 26 février, étendent la colonie française du Gabon jusqu'au Tschiloango, et reconnaissent les prétentions séculaires, mais toujours contestées, du Portugal sur la rive droite et sur Cabinda, dont la royauté figure parmi les titres de S. M. Très Fidèle, avec celui de Seigneur de Guinée et de Dominateur de l'Afrique orientale.

Voici les limites du nouvel État : A l'ouest : trente-sept kilomètres de côte entre Banana et le parallèle de Yabé, puis ce parallèle (environ 5°10' lat. S) jusqu'au méridien de Ponto da Lenha (environ 12°46' E. Gr.), ensuite ce méridien jusqu'au Tschiloango ; cette rivière jusqu'à sa source, puis une ligne courbe, encore à déter-

miner, qui atteint le Congo près des chutes Ntomb-Makata, en laissant à la France la station Mboko (Songho) et à l'Association celles de Moukombi (Boulangoungo) et de Manyanga. Depuis ce point la limite est formée par le grand fleuve, traverse le Stanley Pool à égale distance des deux rives nord et sud, et continue à suivre le Congo jusqu'au delà de la station de l'Équateur ; là elle se dirige vers le nord-ouest, de manière à laisser à la France tout le bassin du Licona, découvert par M. Savorgnan de Brazza en 1878. Au nord, les frontières du nouvel État sont encore indéterminées, mais coïncident avec celles du bassin du Congo. A l'est, elles suivent les rives occidentales des lacs de Tanganyika, Moéro et Bangouélo. Au sud, le bas Congo jusqu'au parallèle de Nokki (environ 5°42 lat. S) : puis ce parallèle jusqu'au Coango, le Coango lui-même jusqu'au 6° parallèle. Celui-ci devient limite jusqu'au Loubi, rivière qui se dirige du sud au nord par environ 24 degrés E. Gr., à l'est des états du Mouata-Yanvo. Depuis ce point de rencontre, une ligne difficile à déterminer sans carte, qui courant au sud va retrouver la sortie du Louapoula (Congo) du lac Bangouélo.

**Mines d'argent en Australie.** — Sur la limite de la Nouvelle-Galles-du-Sud et l'Australie-Méridionale au delà du Darling, se trouve un affreux désert dans lequel il y a, vers 141° long. E. Gr. et 31° lat. S., une chaîne de montagnes peu élevées, nommée Barrier ou Stanley Range, dont le point culminant, le mont Lyell, atteint une hauteur de 2000 pieds, soit 610 mètres. On vient de découvrir d'immenses mines d'argent dans ces parages autrefois complètement abandonnés. Ces mines y attirent aujourd'hui des centaines de mineurs, qui deviendront bientôt des milliers. Au milieu du district minier, s'élève un amas confus de tentes et de cabanes, qui a reçu le nom caractéristique de Silvertown, ville d'argent. Déjà trois puissantes sociétés se sont formées à Sydney pour exploiter ces nouvelles richesses. Les gouvernements de la Nouvelle-Galles-du-Sud et de l'Australie-Méridionale sont accablés de demandes de concessions. Le géologue de la première de ces colonies a reçu ordre d'aller examiner le nouveau terrain minier ; et si, comme on le prétend, ce terrain s'étend réellement sur une longueur de 60 milles et une largeur de 20 à 30 de large (environ 100 kilomètres sur 30 à 50), on peut s'attendre à voir revivre le temps des *golddigging*s de la colonie de Victoria. On sait que les mines d'or diminuent à la longue, et que bien des pays qui étaient riches en or dans l'antiquité, n'en produisent plus. Les mines d'argent, au con-

traire, semblent inépuisables, et celles de Potosi, exploitées depuis les temps précolombiens, sont toujours également riches.

**Température du Gulf-Stream en 1884.** — En comparant ensemble les observations thermométriques — au nombre de 116 — faites à la surface du courant par 28 navires revenant d'Amérique, on voit que cette température a été, en 1884, plus élevée qu'à l'ordinaire. Pendant les mois de juin, de juillet et d'août, elle a dépassé la moyenne, de 3°; 1° 5 et 1° Fahrenheit (1° 6; 0°, 8 et 0°, 5 C.). Les observations ont été faites dans la partie orientale de l'Atlantique entre 31° long. W et les côtes de la Grande-Bretagne, et entre les latitudes 45° et 55° N, soit celles du nord de l'Irlande et de Bordeaux (1).

**Passagers arrivés à New-York.** — D'après le *Contanseau's monthly Bulletin*, le nombre des passagers transportés d'Europe à New-York par toutes les lignes de bateaux à vapeur s'est élevé, pendant l'année 1884, à 380 310. Ce sont les lignes de Liverpool qui tiennent la tête avec 118 818 passagers; viennent ensuite Hambourg avec 74 074 et Brême avec 73 947. Anvers tient le quatrième rang avec 25 412, dont 24 855 ont été transportés par la *Red Star Line* (2).

**Expédition Greely.** — Nous avons dans la livraison d'octobre 1884, p. 663, parlé de l'expédition Greely et raconté le sauvetage de ses membres par le commandant Schley. Aujourd'hui nous donnerons quelques détails sur les résultats que cette expédition a produits pour la géographie et la connaissance des régions polaires.

Le D<sup>r</sup> Pavy, qui a tenté d'arriver directement en suivant sur la glace la route déjà suivie en 1876 par Markham, n'y a pas mieux réussi que son prédécesseur; et même, moins heureux que lui, il a dû abandonner son entreprise avant de l'avoir commencée, les glaces qu'il devait parcourir s'étant détachées du rivage et éparpillées dans la mer. L'exploration de la côte nord du Groënland a eu un meilleur succès. Le lieutenant Lockwood, accompagné du sergent Brainard et d'un Esquimau, arriva le 13 mai 1882, en longeant le rivage jusque vers 40° long. E. Gr. à une île élevée, qui reçut le nom de Lockwood, par 83° 24' 30" de lat. N. C'est le point le plus rapproché du pôle que l'homme ait atteint jusqu'aujourd'hui, un peu plus de 736 kilomètres. A une quinzaine de milles au nord-est, ils virent un cap élevé

(1) *Proceedings*, nov. 1884, p. 665.

(2) *Mouvement géographique*.

qui reçut le nom de Robert Lincoln. La Terre de Grinnell fut également explorée, d'abord par le lieutenant Greely, puis par Lockwood et Brainard. Ce pays est caractérisé par deux énormes calottes de glace. L'une va de la mer polaire jusqu'au 82° degré, l'autre commence vers le 81° degré et paraît s'étendre sur toute la partie sud de l'île. La première a une hauteur d'environ 200 pieds, la seconde de 150. Celle-ci se termine brusquement au nord par un mur perpendiculaire d'une quinzaine de pieds de haut. Entre ces deux glaciers s'étend une immense zone qui va depuis les détroits Kennedy et Robeson jusqu'à la mer Polaire occidentale. Greely a vu celle-ci du haut du mont Arthur, et Lockwood a atteint un fiord qui y débouche ; il l'appela le fiord Greely. Du milieu de ce fiord, par 80°48' lat. N. et 78°26' long. W., il vit au delà du bras de mer une terre qu'il nomma Arthurland en honneur du président des États-Unis. Le cap qui le termine reçut le nom de cap Lockwood.

On s'imagine généralement que les terres polaires sont entièrement désolées et couvertes tout au plus de quelque végétation rabougrie. Contrairement à ce préjugé, l'intérieur de la Terre de Grinnell a des plantes en abondance, on peut même dire que la végétation y est magnifique. Presque partout, les voyageurs trouvaient assez de bois mort pour le feu dont ils avaient besoin. Les saules, les saxifrages, toutes les plantes arctiques, et surtout l'herbe, recouvrent les moindres parcelles du terrain. En été, la neige disparaît dans les vallées et dans la plaine. Greely n'en vit aucune trace, sauf sur les hauteurs, lorsqu'il fit, au mois de juillet 1883, une course de plus de 150 milles à l'intérieur du pays. C'est le paradis des bœufs musqués, qui y sont nombreux et ne visitent la côte que pendant les mois d'été. Il y a eu beaucoup de rennes autrefois ; aujourd'hui il n'y en a plus ; on suppose qu'ils ont émigré. Sur les bords sud du lac Hazen, se trouvent les ruines de huttes d'Esquimaux, qui semblent attester un séjour permanent.

**La Géorgie méridionale.** — C'est dans cette île (long. W. Gr. 36° 5', lat. S. 54° 31') que les Allemands avaient établi leur station météorologique. Nous empruntons au *Tijdschrift* de la Société géographique d'Amsterdam quelques détails sur les observations qu'ils y ont faites, observations d'autant plus importantes que cette terre désolée n'avait pas encore été scientifiquement explorée. L'expédition, qui avait pour chef le Dr Schrader, établit ses quartiers au port Moltke dans la baie Royale, et exécuta ses travaux du 15 septembre 1882 jusqu'au 3 septembre 1883, jour où elle quitta l'île. Elle a fait pendant ce

temps 8472 observations météorologiques. Cette île, bien que sa latitude n'excède guère celle de Dantzig, doit cependant être rangée parmi les terres antarctiques, n'étant séparée du pôle sud que par l'immense Océan, situation qui lui donne une température polaire.

La baie Royale est entourée de montagnes couvertes d'énormes glaciers d'une hauteur de 900 à 1200 pieds, ils s'élèvent à 6000 ou 7000 pieds à l'intérieur de l'île. La température moyenne de l'année a été de  $1^{\circ},7$  C.; en février, le mois le plus chaud, de  $5^{\circ},5$ , et en juin, le mois le plus froid, de  $-3^{\circ},7$ . Aucun mois n'a été sans gelée et 30 pour cent des observations thermométriques accusent une température au-dessous de zéro. L'écart entre la température la plus élevée et la plus basse a été de  $17^{\circ},4$ . Le ciel a été 8 jours sans nuages et cela seulement pendant l'hiver. Dans cette même saison il fut entièrement couvert pendant 127 jours; entièrement serein pendant 269 heures. Il fut entièrement couvert pendant 3302. Il s'ensuit naturellement que la pluie et la neige devaient être communes: aussi les mois de novembre et de décembre ne donnèrent-ils chacun qu'une seule journée sèche. Il neigea le plus en mars, et le moins en mai; le mois le plus chaud de l'année, février, donna 13 jours de neige, tandis que le mois le plus froid, juin, donna 4 jours de pluie. Il y eut 18 jours de grêle, spécialement en décembre, 75 fois il y eut des brouillards de peu de durée. — Les observations faites sur les vents et les tempêtes semblent indiquer que les environs du cap Horn sont beaucoup moins orageux qu'on ne le supposait jusqu'ici.

Bien des jours furent calmes, la plupart du temps le vent venait de l'ouest, et l'été fut plus orageux que l'hiver. Le baromètre oscilla entre  $715^{\text{mm}}$  et  $770^{\text{mm}}$ . Pendant les plus forts orages, il marquait sans exception *beau temps*. — On n'a pas vu d'aurores polaires. Plusieurs excursions furent faites à l'intérieur pour reconnaître le pays, voyages difficiles et pénibles à cause des nombreux glaciers, qui rendirent même impossible l'exploration complète. On fit l'ascension de plusieurs des montagnes autour de la baie; les plus hautes se trouvaient à une dizaine de milles de la station et étaient couvertes de neiges perpétuelles. A chaque instant on entendait le bruit des avalanches.

La faune et la flore du pays sont des plus pauvres; mais il y a de très belles mousses, et le D<sup>r</sup> Will, botaniste de l'expédition, en a recueilli plus de trente espèces.

**Productions agricoles des colonies britanniques.** — Nous empruntons à la publication officielle, *Papers relating to Her Majesty's*

*colonial possessions* (1882-1884), les renseignements suivants que nous croyons propres à intéresser nos lecteurs; les superficies y sont exprimées en acres (1).

*Terrains cultivés.*

	Australie (1882)	Nouvelle-Zélande (1883)	Colonie du Cap (1875)	Canada (1881)	
Froment	3 043 187	377 706	188 340	2 366 544	Ontario
Orge	70 879	32 907	29 179	835 466	
Avoine	228 266	262 954	114 651	1 425 948	
Maïs	174 230	4 435	131 304	210 080	
Pomm. de terre	69 098	21 102	9 012	464 289	
Vignobles	16 192	«	18 177	«	

*Production en Bushels*

Froment	21 492 505	9 827 136	1 687 936	32 350 269
Orge	1 186 670	964 456	447 992	16 844 866
Avoine	5 909 782	9 231 339	918 494	70 493 131
Maïs	5 612 428	?	5 036 794 (en 1877)	9 025 142
Pomm.de terre	242 387 ton.	113 198 ton.	371 524	55 268 227
Vin	1 496 175gall.	«	4 485 655 gall.	»

Le maïs n'est pas cultivé dans l'Australie du sud ni dans la Tasmanie, et la production en est de peu d'importance dans l'Australie occidentale; cette dernière province manque également de vignobles.

L. D.

---

HYGIÈNE

**Un nouveau symptôme de l'intoxication saturnine.** — En octobre 1884, M. le docteur Du Moulin, professeur à l'université de Gand, fit à l'Académie de médecine une communication qui fut écoutée avec beaucoup d'intérêt et même avec une certain étonnement (2). Préoccupé des voies d'élimination du plomb chez les saturnins, il appliqua sur la peau de plusieurs de ces malades, une solution de monosulfure de sodium au titre de 5 p. c. d'eau distillée. Il ne fut pas peu surpris de voir que la peau se colorait en noir, grâce, pensa-t-il, à la

(1) L'acre = 40,5 ares environ; le bushel = 36,35 litres; le gallon = 4,5 litres; la tonne = 1016 kilogrammes.

(2) *Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique*, t. XVIII, n° 10.

formation du sulfure de plomb, qui prenait naissance dans la réaction du sulfure de sodium sur un sel de plomb déposé dans les couches épidermiques. Ce dernier d'ailleurs, quel qu'il fût, était insoluble dans l'eau, froide ou chaude, car l'eau qui avait servi au lavage de la peau, ne donnait aucune réaction, aucune précipitation, si on y ajoutait la solution de monosulfure de sodium. Croyant qu'il pouvait avoir affaire au sulfate de plomb, M. Du Moulin eut recours à une solution de tartrate ammoniacque pour le dissoudre. Et vraiment les lotions faites avec ce réactif enlevaient si bien la substance déposée dans l'épiderme, que là où il avait été appliqué, le monosulfure de sodium ne pouvait faire apparaître de coloration noire ; tandis qu'il occasionnait un précipité abondant dans le réactif qui avait été employé au lavage.

Mais, chose remarquable, après quelques jours la réaction reparais-sait là où elle s'était dissipée sous l'influence du tartrate ammoniacque ; et, peu prononcée après un ou deux jours, elle reprenait progressivement toute son intensité. C'est que les sécrétions cutanées déposent continuellement dans l'épiderme les substances qu'elles sont chargées d'entraîner au dehors.

Un fait était donc acquis : la coloration noire de la peau des saturnins au contact d'une solution de sulfure. Mais l'interprétation en était prématurée. Il était certes naturel, en expérimentant sur des malades qui devaient leurs souffrances au maniement des préparations plombiques, de penser que le dépôt noir auquel nous faisons allusion était dû à un composé de plomb. Quelle ne fut pas la surprise de M. Du Moulin, quand l'analyse lui apprit que son sulfure ne contenait que des traces infimes de plomb, et que le fer y était au contraire en quantité considérable (1) ! Le plomb n'était donc pas l'agent immédiat de la réaction et, pour interpréter le phénomène, il fallait en chercher la raison dans l'action du métal sur l'économie tout entière et sur le sang en particulier.

A l'état normal, le sang contient 5 millions de globules rouges par millimètre cube. Mais, chez le saturnin, la composition de ce liquide est en général profondément modifiée. C'est au point que, d'après M. Malassez, l'anémie déterminée par le plomb peut faire descendre le chiffre des globules jusqu'à 2 300 000.

Les analyses faites par M. Du Moulin, en donnant des résultats supérieurs à cette limite, permettent toutes néanmoins de conclure en faveur de l'anémie saturnine. Or, on sait que le fer entre dans la com-

(1) *Ibid.*, t. XVIII, n° 11.

position des globules rouges, et il semble rationnel d'admettre que le fer abandonné par les globules, que le plomb a détruits, se porte vers la peau et forme un sulfure de fer au contact d'une solution sulfurée.

Mais l'intoxication saturnine n'est point la seule capable de déterminer l'anémie vers laquelle convergent d'ailleurs une foule de maladies. Il se pourrait donc, qu'en dehors de l'empoisonnement plombique, et par le fait seul de la destruction des globules rouges, on obtint, avec les solutions de sulfure, une réaction analogue à celle que nous avons signalée. Il n'en est rien cependant ; cette réaction reste le privilège de l'intoxication saturnine.

Nous pouvons donc désormais reconnaître aisément les ravages que le plomb exerce sur la composition du sang, surtout dans les cas d'intoxication récente. L'importance de la découverte de M. Du Meulin est évidente. Elle appartient à l'hygiène autant qu'à la médecine. Elle servira de point de repère à l'industriel soucieux de conserver la santé de ses ouvriers et au médecin désireux de donner à ses malades l'assurance de l'élimination complète du poison qu'ils avaient absorbé.

**De l'eau considérée comme boisson.** — La Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles a consacré ses dernières séances à l'appréciation des caractères chimiques et microscopiques de l'eau alimentaire (1). Elle n'a point terminé la discussion, mais les longs débats qui ont eu lieu ont permis à de nombreux membres d'exposer leurs idées sur ce sujet ; et l'intérêt toujours actuel qui s'attache au choix d'une eau potable nous engage à en donner ici un court résumé. Une eau typique, au point de vue alimentaire, est celle qui, en l'absence de matières organiques, ne renferme qu'une faible quantité de sels en dissolution. Dans ces conditions on peut ne point se préoccuper des microbes. On sait que M. Miquel et le Dr Koch lui-même en ont trouvé dans toutes les eaux. D'ailleurs, dans l'état actuel de la bactériologie, une foule d'espèces se différenciant très difficilement les unes des autres, les microbes inoffensifs peuvent être aisément confondus avec les microbes pathogènes. On a même vu des observateurs des plus compétents, comme Gaffky, analysant une eau qui avait propagé la fièvre typhoïde, grâce à une infiltration de matières fécales, ne pas y reconnaître le microbe que l'on prête à cette affection. La recherche

(1) Voir les nos de janvier, février et mars du *Journal* de la Société.

des microbes est donc difficile ; elle est toujours longue, si l'on veut recourir aux divers procédés qui doivent les caractériser ; et, de plus, elle sera très souvent sujette à caution. Nous venons de dire que, dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas toujours possible de différencier les unes des autres les nombreuses variétés de microbes. Mais on comprendra mieux les difficultés des recherches microscopiques, si l'on songe que des espèces bien connues, bien caractérisées, se modifient elles-mêmes d'après les milieux qu'elles habitent. Ainsi, pour ne citer que les bactériidies charbonneuses, rappelons que, dans le sang, elles revêtent la forme de bâtonnets courts, isolés ou réunis deux à deux, à angle obtus ; que dans certains liquides, elles s'allongent en filaments, tandis que dans d'autres elles se désagrègent en corpuscules. Certes, il ne faut point dédaigner l'examen microscopique ; mais il est en ce moment inférieur à l'examen chimique, auquel il sert surtout de complément. L'existence des microbes est d'ailleurs sous la dépendance des matières organiques contenues dans l'eau. Celles-ci leur servent d'aliment et de milieu de culture. Si elles sont insuffisantes, les microbes seront atteints dans leur vitalité, et ils mourront, quand elles viendront à leur faire défaut.

L'analyse chimique nous renseigne sur la présence des matières organiques, sur la quantité et la nature des sels et des gaz contenus dans l'eau.

On n'est pas d'accord, en ce qui concerne les sels, sur le degré de nocivité qu'ils exercent sur l'organisme en raison de leur proportion et de leur nature. Tandis que les uns admettent avec le congrès d'hygiène de 1853, comme limite supérieure, la quantité de 50 centigrammes de matières minérales par litre ; d'autres, se basant sur la composition d'une eau qui en contient 1 gramme 50 centigrammes et dont se sert impunément la population de toute une ville, considèrent ce dernier chiffre comme une limite qu'il est naturellement permis d'atteindre (1).

On sait que l'analyse découvre dans le résidu de nos eaux des chlorures, des sulfates, des phosphates, des nitrates, des carbonates de soude, de potasse, de magnésie, d'ammoniaque..... Ceux qui acceptent comme maximum le chiffre de 50 centigrammes de matières minérales par litre, craignent qu'au delà de ce chiffre les eaux n'exercent une influence fâcheuse sur l'organisme, soit par l'action de la potasse sur le cœur, soit par celle de la chaux ou de la magnésie

(1) Brochure sur les *Eaux alimentaires*, par M. Blas, cité par M. Depaire.

dans la genèse des calculs. Mais cette raison ne nous semble pas assez démontrée pour être admise sans réserve, au moins quand il s'agit d'une eau dont la teneur en sels ne se révèle pas sensiblement au goût. C'est dire qu'à notre avis les conerétions calculeuses, pour se produire, exigent l'intervention d'autres causes. Et puis l'oxygénation que les mouvements et les chocs de toute nature font subir à l'eau, et surtout l'élimination d'acide carbonique qui en est la conséquence ne vont-elles pas provoquer la précipitation des sels de chaux et de magnésie qui n'étaient dissous que grâce à un excès d'acide carbonique ? D'ailleurs ceux qui admettent un maximum de 1 gramme 50 centigrammes n'invoquent-ils pas, en faveur de ce chiffre, l'innocuité d'une eau ainsi chargée de sels, pour une population qui n'en a point d'autre à consommer ? En outre, que faudrait-il penser de l'usage, je ne dirai pas seulement des eaux minérales prises à titre de médicaments, mais de celles que l'on consomme journellement comme boissons de table ? Ainsi l'eau de Selters naturelle, dont l'usage est presque exclusif en Hollande dans la bourgeoisie et les classes élevées de la société, renferme jusqu'à 6 et 7 grammes de matières salines par litre ; celle de Soulmatt, 4 grammes environ. Nous pouvons citer encore l'eau de Saint-Galmier, certaines eaux de Vals, dont la minéralisation est généralement supérieure à celle de nos eaux potables. Mais à ne tenir compte que des sels calcaires, faut-il donc en considérer la présence dans nos eaux comme si dangeureuse, surtout en vue de la formation des calculs vésicaux, quand on trouve que les eaux de Contrexéville, riches surtout en sulfate de chaux, sont journellement employées au traitement de ces conerétions ?

Quant aux nitrates, ils dérivent évidemment de composés quaternaires ou azotés qui ont subi l'influence de l'oxydation ; mais en eux-mêmes et en faible quantité ils semblent inoffensifs. Toutefois leur origine est suspecte et leur présence doit nous faire craindre qu'à côté d'eux des matières organiques, non encore oxydées, puissent se trouver en dissolution dans l'eau. C'est de celles-là, croyons-nous, qu'il faut surtout se préoccuper dans les analyses. Certes, elles peuvent être inoffensives, si elles ne sont point altérées ; mais elles sont dangeuses, une fois altérées, et elles sont une menace permanente de pullulation des microbes qui trouvent en elles un aliment d'entretien. Il importe donc de rejeter une eau qui contient des matières organiques en trop forte proportion. On considère néanmoins comme non dangeuse une eau qui en renferme de 5 à 10 centigrammes par litre. Nous faisons spécialement allusion en ceci aux matières orga-

niques d'origine animale ; car on peut condamner toute eau qui contient des substances quaternaires d'origine végétale. La présence de certains végétaux dans l'eau peut même être considérée parfois comme une garantie de salubrité. C'est le cas pour certaines herbes appartenant aux diatomées, aux chlorantées ou aux algues, car elles ne croissent point dans un milieu insalubre.

En dehors des substances organiques et des sels dont nous venons de parler, il est un élément qui n'est pas sans importance dans l'analyse d'une eau. Il s'agit de l'oxygène. Plusieurs opinions existent à son sujet. Il en est qui ne veulent point s'en rapporter à l'oxygène pour apprécier la qualité d'une eau alimentaire. Les eaux minérales naturelles, les eaux des puits artésiens, disent-ils, contiennent généralement peu d'oxygène et sont riches au contraire en acide carbonique, ce qui ne les empêche pas d'être d'excellentes eaux potables ; tandis que certaines eaux putréfiées seraient riches en oxygène et néanmoins impropres à la consommation. Telle n'est cependant pas l'opinion généralement reçue. On admet plus communément, au contraire, que les matières organiques fixent une partie de l'oxygène qui les détruit en les brûlant. S'il reste une autre partie de gaz libre, sans emploi, c'est peut-être parce que les substances quaternaires se sont trouvées en trop faible quantité pour l'utiliser. Un excès d'oxygène peut donc faire présumer, en ce qui concerne les matières organiques, la salubrité d'une eau, sans en donner toutefois la certitude.

Enfin, indépendamment de l'analyse, une circonstance peut nous renseigner *à priori*, dans une certaine mesure, sur les qualités d'une eau. Je veux parler de l'épaisseur de la couche terrestre qu'elle a traversée avant d'arriver à la nappe souterraine. Celle-ci est-elle profondément située, il est probable que la filtration a été assez longue pour permettre la combustion complète des matières organiques. On pourra donc s'attendre à n'en plus trouver dans l'eau. Mais s'agit-il de l'eau d'un puits ordinaire dont les parois ont donné lieu à une filtration trop facile, ou de l'eau d'une nappe superficielle, et qui n'a subi également qu'une filtration imparfaite, l'oxydation des matières azotées sera incomplète, et c'est avec raison que l'on en pourra soupçonner la présence.

De cet aperçu nous pouvons conclure que les données fournies par le microscope, bien que capables d'acquiescer une grande valeur, sont la plupart du temps insuffisantes encore pour permettre d'apprécier par elles seules les qualités d'une eau ; et que pour le moment c'est surtout encore à l'analyse chimique, aidée de certaines considérations

topographiques que nous devons demander les moyens d'atteindre ce but.

**Moyen de se procurer une eau alimentaire.** — C'est M. Rouby qui en est l'inventeur (1). Il consiste à transformer en réservoir un terrain dont l'étendue soit en rapport avec les besoins de la consommation. On le creuse peu profondément en forme de vallon très ouvert dont le fond mène en pente douce vers l'une des extrémités. On tapisse toute l'excavation d'une couche de terre glaise qui la rende imperméable et on la remplit ensuite de cailloux et de sable qui vont jouer le rôle de filtre vis-à-vis de l'eau de pluie. A l'extrémité la plus déclive du réservoir, on dispose deux compartiments en maçonnerie, superposés dont le supérieur, le plus petit, constitue en quelque sorte le laboratoire, et l'inférieur le récipient. Ils sont séparés par une cloison percée d'étroits orifices pour le passage de l'eau, mais infranchissables aux vers et aux insectes, grâce à une couche de mâchefer qui les protège. On dépose dans le laboratoire les substances calcaires, ferrugineuses ou autres, d'après les qualités que l'on veut donner à l'eau, puis on le remplit de sable jusqu'au niveau du sol. Du fond du récipient part un tube muni d'un robinet qui doit régler la distribution de l'eau.

M. Rouby a établi un réservoir de ce genre au Jardin d'acclimatation. On estime que, dans ces conditions, une superficie de 120 mètres recueille chaque année sous notre climat 60 mètres cubes d'eau. Pour arriver au récipient, l'eau demande deux mois environ. Aussi la fontaine du Jardin d'acclimatation, alimentée par les pluies de l'hiver, n'a-t-elle cessé de couler avec abondance pendant l'été dernier, en fournissant une eau excellente. Il va sans dire que la surface absorbante doit être autant que possible protégée contre le dépôt de matières organiques. S'il est vrai que l'on parvient, par les substances chimiques que l'on place dans le laboratoire, à régler d'une manière constante la composition de l'eau, on ne saurait trop féliciter M. Rouby de son invention. Il serait ainsi facile de pourvoir abondamment d'une eau des plus pures des localités desservies jusqu'ici par une eau détestable et qui absorbent sans doute avec elle le germe de nombreuses maladies.

**De quelques modifications du lait sous l'influence des ferments animés** (2). — Une transformation que personne n'ignore, pour l'avoir vue s'opérer maintes fois, spécialement pendant les chaleurs de l'été,

(1) *Journal de la Société des sciences, médicales et naturelles de Bruxelles*, février 1885.

(2) Trad. du *Fortschritt* dans la *Revue médicale* de Louvain, janvier 1885.

est la fermentation lactique. Elle se produit sous l'influence d'un microbe désigné généralement sous le nom de bacille du lait, et détermine dans le liquide la coagulation de la caséine sous forme de gros caillot, et la transformation du sucre de lait en acide lactique. Il n'y a pas bien longtemps que l'on ignorait encore l'agent direct de cette fermentation, et l'on était tout disposé à la rapporter à certaines conditions de température, d'état électrique de l'atmosphère, etc. Cependant sans le bacille du lait, l'acide lactique ne se formerait point dans ce liquide. La preuve en est que, si on l'empêche d'y pénétrer en recueillant le lait au sortir du pis de la vache dans des vases stérilisés et bouchés par de simples tampons d'ouate, on peut conserver indéfiniment le liquide sans aucune altération. Si d'ailleurs on introduit dans du lait stérilisé un autre microbe, le bacille du beurre par exemple, le lait s'épaissit, devient alcalin et prend une saveur amère.

Une gouttelette de lait bleu communique sa couleur au lait ordinaire, par la multiplication rapide, dans ce nouveau milieu, du bacille bleu du lait. On sait que le lait bleu n'est point malsain. Il n'a d'étrange que la teinte qu'il doit à son bacille et qui suffit à en empêcher le débit.

On peut multiplier à plaisir les expériences qui déterminent dans le lait une modification, une fermentation voulue.

Ainsi le micrococcus du lait filant introduit en quantité minime (à la pointe d'une aiguille préalablement trempée dans un liquide de culture), au sein d'un lait pur transforme ce lait en une gelée dense de facile digestion, d'un goût excellent, et dont on pourrait faire un emploi avantageux dans les pâtisseries, en la substituant par exemple à la gélatine ou à la gomme.

Le ferment du koumys, le ferment du kéfir produisent dans le lait la fermentation alcoolique ; le microbe de la putréfaction, la fermentation putride ; le bacille-virgule de Koch (le microbe du choléra), la multiplication infinie de bacilles de même nature.

On est donc autorisé à dire que la fermentation d'un liquide tient bien moins à sa nature qu'à celle du microbe qu'on y a introduit. Pourvu qu'il contienne des matières organiques, il peut servir de milieu de culture à de nombreuses espèces de microbes, introduites isolément et qui le transforment chacune à sa manière. Le microbe est une semence qui ne donne que ce qu'elle est elle-même ; si le produit de l'ensemencement est complexe c'est que la semence est impure.

Nous venons de citer une foule de fermentations dont quelques-unes sont inoffensives, mais dont plusieurs nous sont très pernicieuses sinon fatalement mortelles. C'est ainsi que tous nos aliments peuvent

introduire au sein de notre organisme des éléments de vie ou des germes de mort. En prenant l'hygiène pour guide, il nous est facile d'éviter le danger. Quoi de plus simple, en effet, pour terminer par une conclusion pratique cet aperçu sur quelques fermentations, de soumettre tout lait suspect à une ébullition qui anéantira tous les germes nuisibles ?

D<sup>r</sup> DUMONT.

## VERTÉBRÉS.

Sur l'identité des genres *Champsosaurus* et *Simæodosaurus*.

— Dans une note présentée récemment à l'Académie des sciences de Paris (1), M. le professeur Lemoine s'élève contre l'identification des genres *Champsosaurus*, E. D. Cope, et *Simæodosaurus*, P. Gervais, identification qu'il m'attribue à tort (2), puisque je n'ai fait que la soutenir (3), comme je la soutiens encore d'ailleurs. Je répondrai à M. Lemoine de la manière suivante :

I. — M. Cope, après avoir examiné les ossements conservés dans la collection de M. Lemoine (4), se prononce (5) en faveur de l'identification.

I. — M. Lemoine, qui n'a point vu les fossiles américains décrits par M. Cope, réclame une séparation générique (6).

(1) V. Lemoine. *Sur les analogies et les différences du genre Simæodosaurus, de la faune cernaysienne des environs de Reims, avec le genre Champsosaurus d'Erquelinnes*. Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. 9 mars 1885, p. 753.

(2) « M. Dollo... identifie à tort le *Simæodosaurus* français avec le *Champsosaurus* belge... » (V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 754).

(3) « M. Cope... identifia son *Champsosaurus* avec le *Simæodosaurus*... Cette identification... me semble parfaitement justifiée... » (L. Dollo. *Première note sur le Simæodosaurien d'Erquelinnes*. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 1884. t. III, p. 152 et aussi L. Dollo. *Le Champsosaurus*. Revue des Questions scientifiques. 1885. 20 janvier.)

(4) « ... en effet, notre collection a été favorisée d'une visite de M. le professeur Cope... » (V. Lemoine. *Recherches sur les Oiseaux fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims*. Première partie Reims. 1878 p. 7).

(5) « ... *Champsosaurus* (3). . » [En note : « (3)... described by Gervais as *Simæodosaurus*... »] (E. D. Cope. *The Puerco Fauna in France* American Naturalist. Août 1883. p. 870).

(6) « ... les différences sont plus que suffisantes pour que l'on puisse affir-

II. — M. Cope, après avoir lu et analysé (1) les travaux de M. Lemoine, maintient (3) son identification.

III. — Après avoir étudié, pendant une semaine environ, les riches matériaux de M. Lemoine, je me rallie à l'identification.

IV. — Après avoir lu attentivement les publications récentes de M. Lemoine, je ne vois aucun motif de changer d'avis dans la discussion qui nous occupe.

V. — Mais voici qui est mieux. Ayant montré à M. Lemoine les trois ou quatre vertèbres, dont il a été question plus haut, le savant professeur de l'École de médecine de Reims n'hésita pas à les identifier

II. — M. Lemoine, qui n'a évidemment pas lu (2) le mémoire original de M. Cope, conclut à une distinction générique.

III. — M. Lemoine, qui n'a jamais eu sous les yeux les ossements du Musée de Bruxelles, hormis trois ou quatre vertèbres au sujet desquelles je ferai connaître son appréciation dans un instant, s'oppose à l'identification.

IV. — M. Lemoine, qui s'est contenté de parcourir (4) ma *Première note sur le Simæodosaurien d'Erquelinnes*, continue à soutenir la séparation générique.

mer qu'il ne s'agit point là du même type générique... » (V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 754).

(1) E. D. Cope. *The Puerco Fauna in France* (v. supra).

(2) E. D. Cope. *The Choristodera*. American Naturalist. Août 1884. p. 815.

(3) Car, comment pourrait-il dire autrement: «... le savant paléontologiste américain a proposé le nom de Champsosaure pour un type dont il a découvert quelques pièces osseuses. » (V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 754), alors que M. Cope nous apprend (E. D. Cope. *On some extinct Reptiles and Batrachia from the Judith River and Foxhills beds of Montana*. Proc. Acad. Nat. Se. Philadelphia. 1876, p. 348) que le genre en question est basé sur les restes de «... more than a hundred individuals referable to several species... » ? Dans son intéressant mémoire, M. Cope ne se borne pas à une simple énumération, mais consacre deux pages in-8° à la diagnose du Champsosaure et quatre à la description de ses espèces. Ses matériaux, dont il donne des mesures en millimètres, consistent principalement en vertèbres de toutes régions, accompagnées de côtes, de dents et même de fragments d'os des membres.

(3) «... Champsosaurus... » [En note : « (1)... Simæodosaurus, Gervais... »] (E. D. Cope. *The Choristodera*. v. supra).

(4) Ceci est évident, attendu que, s'il n'en était pas ainsi, M. Lemoine ne m'attribuerait pas l'identification *Champsosaurus* = *Simæodosaurus*, quand je dis tout au long qu'elle est due à M. Cope.

aux pièces qu'il a décrites sous le nom de Simæodosaur, à tel point qu'il me pria d'entreprendre les démarches nécessaires pour que les ossements du Musée de Bruxelles lui fussent confiés, afin, disait-il, que sa monographie fût plus complète, ce qui ne pourrait manquer d'être un avantage sérieux pour la science.

VI. — Ceux qui ont lu ma *Première note sur le Simæodosaurien d'Erquelinnes* reconnaîtront, par la façon dont les idées de M. Cope, sur la position du Champsosaure dans le système, sont discutées (1), qu'il serait injuste de m'accuser de complaisance à l'égard de l'illustre paléontologiste américain, dont je défends en ce moment l'opinion.

VII. — Sur quoi, d'ailleurs, M. Lemoine s'appuie-t-il pour réclamer la distinction générique du Champsosaure et du Simæodosaur ?

1. — Ce n'est pas sur le *crâne*, attendu que c'est précisément sur la description donnée par moi que mon éminent compatriote se base pour déclarer qu'« il ne peut plus y avoir de doute au sujet de l'authenticité des mâchoires du Reptile rémois (2). » D'un autre côté, le second alinéa de sa Note, dont il serait trop facile de faire la critique (3), semble destiné à accepter les rectifications que j'ai introduites, rectifications contre lesquelles M. Lemoine ne proteste point dans le cours du travail auquel je réponds.

2. — Ce n'est pas sur la présence des *clavicules* et de l'*interclavicule*, puisque, sans les avoir rencontrées jusqu'ici, M. Lemoine les admet (4).

(1) « *III. Relations avec les Mosasauriens* [M. E. D. Cope]. — Elles sont nulles... » p. 157.

(2) V. Lemoine. *Sur les analogies, etc...* p. 754.

(3) En effet, les caractères invoqués, par M. Lemoine, comme fournissant, relativement au crâne qu'il n'osait rapporter au Simæodosaur, plus de présomptions pour l'adaptation « à un type poisson qu'à un type reptile », ces caractères se retrouvent tous chez les Reptiles. Ainsi l'allongement si spécial des mâchoires est bien exprimé dans les Gavials et les Téléosaures. Les dents conoïdales (et non *conoïdéales*, néologisme de nature à faire supposer que les dents du Saurien éocène rappellent, dans leur forme, telle ou telle des surfaces réglées à plan directeur, ce qui n'est pas le cas), à racines creuscs, présentant des parois plissées, existent chez les Ichtyosaures (R. Owen. *Odontography*. Londres. 1840-45. Pl. 64. B. fig. 3). Les prémaxillaires, maxillaires, palatins et ptérygoïdiens simultanément dentifères se rencontrent dans les Ophidiens (*Python*) et les Lacertiliens (*Ophisaurus*. R. Owen. *Odontography*. p. 235).

(4) « La seule différence réellement démontrée consisterait en ce que j'ai omis, dans ma description, deux clavicules et une interclavicule, que

3. — Ce n'est pas, il l'avoue lui-même, sur « la constitution du *sacrum*, de l'*arc pelvien* et la conformation générale des *membres* » (1).

4. — Ce serait :

a. — Sur l'atlas et l'axis.

c. — L'omoplate.

b. — Les vertèbres cervicales,

d. — Le coracoïde.

dorsales et sacrées, ainsi que sur l'humérus.

e. — L'existence d'un proatlas.

f. — Celle d'un sternum ossifié.

a. — Mais la structure de l'atlas et de l'axis, telle que M. Lemoine la comprend, n'est pas plus applicable à un genre *Simæodosaurus* qu'à un genre *Champsosaurus*. L'anatomie comparée des Reptiles démontre, d'une manière irréfutable, qu'elle est impossible.

b. — Quant aux divergences sur les vertèbres cervicales, dorsales et sacrées, ainsi que sur l'humérus, je prie M. Lemoine de me les indiquer, car je n'en vois point de valeur générique.

c. — En ce qui concerne l'omoplate, sur laquelle M. Lemoine insiste particulièrement, je maintiens purement et simplement ce que j'ai dit dans ma *Première note sur le Simæodosaurien d'Erquelinnes* : l'os décrit et figuré par le paléontologiste rémois n'est pas l'omoplate, à moins qu'il n'ait été mal décrit et mal figuré. Il suffit, d'ailleurs, de se reporter à la fig. 1. Pl. 2 du mémoire de M. Lemoine pour se convaincre que les deux os représentés comme constituant la moitié gauche de la ceinture scapulaire ne sont point, — pour de bonnes raisons. — articulés entre eux, mais uniquement posés l'un sur l'autre. Si le lecteur veut bien examiner la fig. 18 de ma Pl. IX, il remarquera qu'au contraire il y a, dans cette dernière, une véritable articulation de la véritable omoplate avec le véritable coracoïde. Enfin, j'attendrai, pour savoir si la fossette claviculaire de M. Lemoine correspond exactement à la disposition que j'ai désignée sous ce nom, d'avoir pu étudier la pièce qui fait l'objet de ce débat. J'ai suggéré (2) que l'omoplate du savant professeur était peut-être un fragment de coracoïde. Il n'est pas impossible que sa fossette claviculaire ne soit que l'impression, légèrement concave, causée par la tête coracoïdienne, du *M. anconeus* (3).

je n'avais pas jusqu'ici rencontrées. » (V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 754).

«... l'omoplate du Simæodosaurien des environs de Reims, qui présente d'une façon fort nette la fossette claviculaire... » (V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 755).

(1) V. Lemoine. *Sur les analogies*, etc. p. 754.

(2) L. Dollo. *Première Note*, etc. p. 170.

(3) L. Dollo. *Première Note*, etc. p. 172.

d. — Je répéterai, pour le coracoïde, les considérations que j'ai développées en traitant de l'omoplate.

e. — Je ne nie pas qu'un proAtlas puisse exister, quoique je ne l'aie pas rencontré, mais, à coup sûr, ce n'est pas la « petite pièce indépendante, véritable arcade épineuse (1) » de M. Lemoine.

f. — Quant au sternum, l'anatomie comparée ne nous enseigne pas qu'il ne peut être ossifié, mais elle s'oppose, de la façon la plus formelle, à la reconstruction qu'en a donnée M. Lemoine, qu'il s'agisse d'un genre *Champsosaurus* ou *Simædosaurus*, peu importe.

VIII. — L'éminent professeur serait-il surpris que les terrains tertiaires inférieurs de la Belgique renfermassent les mêmes genres fossiles que les couches synchroniques des environs de Reims? Je ne le crois pas. En effet, l'éocène inférieur belge a déjà fourni le *Pachynolophus Maldani* (2) (détermination de M. le professeur A. Gaudry, avec confirmation de M. Lemoine), précédemment découvert dans la région rémoise par mon honorable contradicteur. L'éocène inférieur belge n'a-t-il point encore livré le *Gastornis Edwardsii* (3) (détermination faite par moi, avec confirmation de M. Lemoine), identique, génériquement et spécifiquement, avec le type français? Je pourrais multiplier les exemples. Quoi d'étonnant, dès lors, que le landenien inférieur d'Erquelines contienne le Simædosauure = Champsosauure de la faune cernaysienne?

IX. — Un seul mot pour terminer. Afin de ne pas éterniser une discussion, qui nous ferait perdre beaucoup de temps, à M. Lemoine et à moi, sans avoir grande utilité, je crois devoir prévenir le savant naturaliste rémois que je ne continuerai point plus longtemps cette polémique. Nous avons émis chacun une opinion, les gens compétents choisiront. D'ailleurs, pour le cas où les explications ci-dessus paraîtraient insuffisantes, je suis heureux de pouvoir annoncer que, dans un avenir prochain, le Champsosauure = Simædosauure du Musée de Bruxelles sera exposé dans les galeries publiques de cet établissement; et tout paléontologiste, à qui M. Lemoine voudra bien accorder l'accès

(1) V. Lemoine. *Étude sur les caractères génériques du Simædosauure, Reptile nouveau de la faune cernaysienne des environs de Reims*. Reims. 1884. p. 25.

(2) A. Rutot. *Sur la position stratigraphique des restes de Mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'éocène de Belgique*. Bull. Acad. Roy. Belg. 1881. 3<sup>e</sup> série. t. I. p. 33 (du tiré à part).

(3) L. Dollo. *Note sur la présence du Gastornis Edwardsii, Lemoine, dans l'assise inférieure de l'étage landenien, à Mesvin, près Mons*. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 1883. t. II, p. 305.

de sa collection, sera, dès lors, à même de vérifier si mes assertions sont exactes ou erronées.

P. S. — Cette note était à l'impression, lorsque je reçus, de M. le professeur Lemoine, un travail intitulé : *Nouvelle note sur le genre Simœdosaure de la faune eernaysienne des environs de Reims, à propos de récentes publications de MM. Cope et Dollo sur le genre Champsosaure*. Reims. Matot-Braine. 1885. Après avoir lu, avec soin, la brochure de l'éminent professeur de l'École de médecine de Reims, je me trouve dans la nécessité de déclarer que je ne vois rien à changer dans la réponse qu'on vient de lire. Laissant de côté les développements extrascientifiques de la *Nouvelle note*, qu'il est inutile de relever, les arguments que M. Lemoine reprend pour réclamer la séparation générique du Champsosaure et du Simœdosaure sont basés sur les pièces suivantes :

I. — Proatlas.	V. — Omoplate.
II. — Axis.	VI. — Coracoïde.
III. — Autres vertèbres cervi- cales et leurs côtes.	VII. — Clavicule.
IV. — Sacrum.	VIII. — Sternum.
	IX. — Humérus.

Je ne parlerai plus de l'axis, de l'omoplate et du coracoïde : j'ai donné plus haut mon appréciation à leur égard. Quant au reste, voici ce qu'il convient d'en dire :

*Proatlas*. Enlevant à l'atlas, auquel il l'avait attribué d'abord (V. Lemoine. *Étude*, etc. p. 25.), la « petite pièce indépendante, véritable arcade épineuse », qui ne pouvait lui appartenir, comme je l'ai démontré (L. Dollo. *Première note*, etc., p. 161.), M. Lemoine en fait les épareux droit et gauche synostosés du Proatlas, qu'il dote ensuite d'un « arc inférieur », non figuré dans son premier mémoire. Tout ce passage est en contradiction avec ce qu'on connaît actuellement du Proatlas. M. Lemoine semble ne pas avoir une idée exacte de la valeur des termes qu'il emploie, lorsqu'il désigne [«... son apparence est cordiforme, les deux éminences arrondies (épareux)... » (V. Lemoine. *Nouvelle note*, etc. p. 9.)] sous le nom d'épareux deux éminences arrondies de son arc inférieur. Les épareux sont ces parties des neurapophyses, susceptibles d'exister séparément, qui forment l'apophyse épineuse et portent les postzygapophyses (P. Albrecht. *Über den Proatlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnionen Wirbelthiere gelegenen Wirbel, und den Nervus spinalis I s. proatlanticus*. Zoologischer Anzeiger. 1880, p. 472) ; ils ne peuvent, par conséquent, avoir quoi que ce soit de commun avec un arc inférieur ou hypapophyse.

*Autres vertèbres cervicales et leurs côtes*. Les divergences ci-après sont invoquées, par M. Lemoine, pour plaquer le Simœdosaure dans un autre genre que le Champsosaure :

1°) — Les diapophyses et les parapophyses seraient plus rapprochées, sur les vertèbres cervicales, dans le premier.

2°) — Chez le même, le tuberculum des côtes cervicales serait relié à la diapophyse par un ligament.

A cela, je répliquerai :

1<sup>o</sup>) — Que M. Lemoine n'ayant jamais recueilli d'animal entier, il ne peut, sauf pour l'atlas et l'axis qui sont très spécialisés, savoir si ses vertèbres cervicales sont de la portion craniale ou caudale de cette région. Le fait, que les diapophyses et les parapophyses sont peu éloignées, prouve donc simplement que les vertèbres cervicales du savant paléontologiste proviennent toutes de la partie postérieure.

Et quand l'interprétation ci-dessus serait inexacte, le caractère serait-il *générique* ? C'est ce qu'il faudrait démontrer.

2<sup>o</sup>) — Qu'il est indispensable d'examiner les côtes en question pour se prononcer sur leur structure. Toutefois, en admettant sans discussion la conformation décrite par M. Lemoine, je pense que cette disposition ne serait pas de nature à justifier une séparation générique, et voici pourquoi :

La quatrième vertèbre cervicale de notre squelette d'*Hatteria* supporte, à droite et à gauche, une côte, dont le capitulum est ligamenteux (P. Albrecht. *Note sur la présence d'un rudiment de proatlas sur un exemplaire de Hatteria punctata*, Gray. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 1883. T. II, p. 190 et 191. Pl. VIII. fig. 1. f. et L. Dollo. *Cinquième note sur les Dinosauriens de Bernissart*. Ibid. 1884. T. III. Pl. VI fig. 13. m). Les autres vertèbres cervicales ont des côtes, dont le capitulum et le tuberculum sont parfaitement ossifiés. La quatrième vertèbre cervicale n'appartiendrait-elle pas au même genre que les vertèbres suivantes ?

« La côte cervicale du Simœdosaure », écrit un peu plus loin M. Lemoine, « ne se fixant en réalité directement au centre de la vertèbre que par un seul point, est-on en droit d'incriminer l'expression d'erpétospondylique que je crois devoir employer... ? » Sans aucun doute. Le terme erpétospondylique a été créé, par M. Huxley (T. H. Huxley. *A Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals*. Londres. 1871. p. 196, pour ces côtes chez lesquelles le capitulum et le tuberculum sont réunis. Or le capitulum étant isolé et osseux, le tuberculum également isolé, mais ligamenteux, dans les côtes cervicales du Simœdosaure (du moins selon M. Lemoine), ces côtes rentrent dans le type ornithospondylique (L. Dollo. *Quatrième note sur des Dinosauriens de Bernissart*. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 1883. T. II, p. 245.) et non dans le type erpétospondylique.

*Sacrum*. Les vertèbres sacrées sont, paraît-il, synostosées dans le Reptile rémois. Que conclure de cette disposition ? Que cet animal est génériquement différent du Champossaure d'Erquelines ? Point du tout. Elle peut provenir d'une variation individuelle ou dépendre de ce que le spécimen de M. Lemoine est plus adulte que celui du Musée de Bruxelles.

*Clavicule*: M. Lemoine ayant découvert les clavicules de son Simœdosaure, j'y trouve une raison de plus pour identifier ce Saurien avec notre Champossaure. Qu'elles soient, après cela, « un peu différentes comme forme », je n'y vois aucun inconvénient.

*Sternum*. « Le reste du bord de cet os offre des dépressions dans lesquelles s'adapte complètement l'extrémité correspondante des moitiés inférieures des côtes ». (V. Lemoine. *Nouvelle note*, etc. p. 13.) Mais il résulte du texte et surtout des figures du premier mémoire (V. Lemoine. *Etude*, etc.,

p. 29 et Pl. 2, fig. 1.) de M. Lemoine que ce savant n'a point en sa possession les côtes sternales du Simœdosauve = Champsosauve. D'autre part, elles ne sont pas conservées davantage dans l'individu du Musée de Bruxelles. Déduction logique : les côtes sternales étaient cartilagineuses, ce qui arrive fréquemment. Or, c'est précisément l'extrémité inférieure de ces côtes sternales, et non celle des côtes proprement dites, qui doit venir se loger dans une échancrure du sternum. Donc, le contact si parfait constaté par M. Lemoine ne démontre absolument rien, sauf que le célèbre paléontologiste avait complètement oublié les côtes sternales au moment où il écrivit le passage que je viens de citer.

*Humérus.* « L'humérus figuré par le paléontologiste du Musée de Bruxelles diffère également sensiblement du même os de nos espèces rémoises par la largeur relative de son extrémité supérieure et par la profondeur de la gouttière ectépicondylienne qui semble transformée en un véritable canal... » (V. Lemoine. *Nouvelle note*, etc., p. 15.) Sont-ce là des caractères génériques ? Je crois inutile d'insister sur le premier. Quant au second, je tiens à la disposition de M. Lemoine divers humérus d'une même espèce de *Chelonia* : les uns ont une gouttière ectépicondylienne ; les autres, un canal ectépicondylien. Bien plus, mon excellent ami, M. le Dr B. Pelseuer, a observé, sur un squelette de Chélonien du British Museum, une gouttière ectépicondylienne sur l'humérus droit et un canal ectépicondylien sur l'humérus gauche. Faudrait-il ranger ces os dans des genres distincts ?

En résumé, je maintiens, dans son intégrité, ce que j'ai dit dans mes diverses notices sur le Simœdosaurien d'Erquelines. Pour moi, comme pour M. Cope, le Simœdosauve de M. Lemoine, le Reptile du Musée de Bruxelles et l'animal décrit par l'illustre paléontologiste américain appartiennent à un seul et même genre : le genre *Champsosaurus*, E. D. Cope.

**Le Capuchon de *Cystophora cristata* (1).** — Dans un intéressant travail, lu durant la dernière session de l'*American Association for the Advancement of Science*, le docteur C. Hart Merriam nous donne les curieux renseignements suivants sur le « capuchon » de *Cystophora cristata*, ou phoque à capuchon.

Toutes les figures représentant cet animal le montrent pourvu d'une forte proéminence sur le sommet de la tête. Cette saillie est variable en forme, grandeur et position avec les illustrations. Cependant, celles-ci s'accordent invariablement pour la placer vers le haut du crâne et, dans aucune d'elles, on ne la voit se projeter en avant de la mâchoire supérieure. La proéminence en question est parfois dessinée comme s'étendant transversalement au-dessus du front ; quelquefois aussi, on lui prête l'aspect d'un double rouleau allant du nez à l'occiput.

(1). C. Hart Merriam. *The « Hood » of the hooded Seal, Cystophora cristata*. Science, 5 Décembre 1884 (avec cinq gravures dans le texte).

La plus ancienne gravure connue, exposant cette remarquable conformation, date du siècle dernier. Elle est due au missionnaire Hans Egede, qui la publia dans sa description du Groënland (1741). Un autre missionnaire, Crantz, qui séjourna également de longues années dans cette contrée, parle du phoque à capuchon dans les termes ci-après : « Le front est muni d'un pli épais de la peau, que l'animal peut disposer, comme une visière, au devant de ses yeux pour les protéger contre les pierres ou le sable soulevés par la tempête. » Le D<sup>r</sup> Rink, dans un excellent ouvrage sur le Groënland danois, dit que ce phoque est facilement reconnaissable « à la vessie qu'il porte sur la tête. » Dans l'édition Griffith du *Règne animal* de Cuvier, on lit que *Cystophora cristata* « jouit de la faculté d'amener, par devant ses yeux, un repli de la peau situé sur le front, lorsqu'il est effrayé ou se trouve sur le point d'être frappé..... Quand la bête est au repos, le repli auquel il vient d'être fait allusion augmente beaucoup le contour apparent du cou et des épaules. »

Le seul phoque à capuchon adulte, que le D<sup>r</sup> Merriam ait jamais observé dans un musée américain, est à Central Park, New-York. Le dessin que ce naturaliste en donne correspond assez bien au « double rouleau » des anciens descripteurs.

Résolu à visiter une pêcherie de phoques, notre auteur partit de Halifax en février 1883. Il naviguait à bord du malheureux *Proteus*, qu'il accompagna au nord de Terre-Neuve. Le 18 mars, après une laborieuse promenade sur une banquise, il rencontra brusquement une « famille » de phoques à capuchon et, à son grand étonnement, constata que le mâle, — une monstrueuse bête, plus volumineuse qu'un bœuf, — au lieu d'avoir, soit une crête, soit un pli de la peau au sommet de la tête, était pourvu d'une énorme trompe rappelant celle du Phoque à trompe (*Macrorhinus proboscideus*) des régions antarctiques. Ce mâle le regarda avec une profonde indifférence, tandis que la femelle, soucieuse de défendre ses petits, s'avancait en grognant sourdement et en découvrant ses dents recourbées et tranchantes. Désirant voir ce qu'elle ferait, M. Merriam l'agaça avec sa gaffe, procédé, qui, dit-il, ne serait pas bon à employer à l'égard du mâle. Pendant qu'elle se dirigeait vers lui, le mâle commença à manifester des symptômes de malaise et d'impatience, mais ne se hasarda point à transporter son pesant corps sur la scène du conflit. Il montra d'abord son mécontentement en fronçant la peau de son long museau. L'extrémité libre de la trompe s'enfla alors et se vida plusieurs fois successivement, à la suite de quoi le capuchon ne tarda

pas à être partiellement gonflé. Outre ses nombreuses et variables contractions, il y en avait une, en quelque sorte constante, produisant un étranglement, juste au-dessus des narines. Cet étranglement divisait le capuchon en deux portions, dont l'antérieure, quoique de couleur sombre, rappelait fortement une vessie et justifiait l'épithète de « bladdernose » qu'on applique vulgairement à *Cystophora cristata*. Chose curieuse, durant le remplissage et l'évacuation de ce sac, on entendait un bruit semblable au glouglou d'une bouteille, et son intensité était suffisante pour qu'on pût le percevoir à une distance de vingt-cinq mètres. M. Merriam s'approchant plus près, le mâle devint furieux. Il enfla son capuchon à un tel degré que toute trace de l'étranglement disparut, et il se mit à hocher disgracieusement la tête, ce qui fit osciller la trompe de côté et d'autre.

Durant les dix jours que le naturaliste américain passa en cet endroit, quinze mille phoques furent tués et chargés à bord du *Proteus*. Il eut donc l'occasion d'observer leurs mœurs, tant à terre que sous l'eau, et c'est pourquoi il ne craint pas d'affirmer, de la manière la plus positive, que toutes les figures répandues dans les ouvrages sont erronées. Jamais *Cystophora cristata* ne présente de crête, ni de pli transversal ; son « capuchon » affecte toujours la forme d'une trompe.

Les plus grands mâles qu'il abattit mesuraient dix pieds de long, du bout du museau à l'extrémité des nageoires postérieures, et huit pieds de circonférence. M. Merriam croit qu'ils n'atteignent l'âge adulte qu'après dix ou douze ans. Dans les individus les plus volumineux qu'il ait mesurés, la trompe, non gonflée, s'étendait à deux cent vingt-cinq millimètres au delà de la lèvre supérieure. La hauteur, à mi-chemin entre l'extrémité libre et les narines, était de deux cent trente millimètres ; au niveau de la bouche, elle s'abaissait à deux cent vingt-cinq millimètres. Le singulier organe qui fait l'objet de cette notice est d'un caractère purement sexuel, aucune trace d'une disposition semblable n'existant chez la femelle. Il commence à apparaître dans la troisième année : si on glisse, à cette époque, les doigts dans les narines, on constate la présence d'un petit sac, situé tout au bout du nez et divisé longitudinalement par le septum nasal en deux chambres, qui persistent pendant la vie entière. Pour autant que l'auteur peut l'assurer, après l'examen d'un nombre considérable de spécimens, le « capuchon » continue à croître jusqu'à dix ou douze ans.

Une dissection de la trompe, chez l'adulte, montre que c'est un

réservoir musculaire élastique, recouvert par la peau du nez et tapissé intérieurement par la muqueuse nasale. Elle est composée de deux moitiés complètement isolées par une mince cloison, consistant principalement de deux membranes muqueuses accolées, mais aussi du *septum narium*. Les narines sont susceptibles d'être fermées par la contraction de fibres musculaires disposées de manière à jouer le rôle de sphincters. Pour prévenir toute interruption de la respiration, ce qui pourrait arriver par l'affaissement des parois de la trompe, la voûte formée par celle-ci est soutenue par trois puissants cartilages : un médian et deux latéraux. Le médian, qui n'est rien autre chose que la cloison du nez, par conséquent placé dans le prolongement du mésethmoïde, s'élève au-dessus du sommet du crâne et se projette en avant au delà des mâchoires. Une expansion bilatérale de sa base forme un socle solide reposant sur les prémaxillaires.

Depuis son retour, M. Merriam a cherché en vain dans tous les ouvrages une description ou un dessin exact de la trompe de *Cystophora cristata*. Ce qu'en a dit Fabricius, il y a plus d'un siècle, est encore ce qui s'écarte le moins de la vérité. Aucun auteur, même parmi les contemporains, n'a, avant M. Merriam, signalé le caractère fondamental du « capuchon », qui est d'être une trompe flexible, susceptible d'être gonflée, et se projetant au delà de la bouche qu'elle surplombe.

**Le Neosodon (1).** — Le 3 novembre 1884, M. de la Moussaye lisait, à la Société géologique de France, une communication ayant pour but de faire connaître une dent inédite appartenant à un Dinosaurien et découverte dans les sables ferrugineux de Wimille (Boulonnais). « Cette dent, dont la pointe et la racine sont cassées, présente une hauteur de 60 millimètres, une largeur de 35 millimètres et une épaisseur de 20 millimètres. Elle est noire, lisse, ferrugineuse, plate, en forme de fer de lance, bombée sur la face externe, légèrement concave à la face interne avec un bourrelet peu élevé partant de la pointe et s'élargissant vers le col de la dent. Les bords sont arrondis et usés des deux côtés latéraux vers le sommet. »

M. de la Moussaye n'ayant pu trouver, dans les ouvrages français et étrangers, rien qui ressemble à son fossile, propose de l'appeler *Neosodon*. Ce genre de Dinosauriens serait, d'après le géologue fran-

(1) M. de la Moussaye. *Sur une dent de Neosodon trouvée dans les sables ferrugineux de Wimille*. Bull. Soc. Géol. France. 1884. t. XIII, p. 51.

çais, omnivore et intermédiaire entre l'*Iguanodon* et le *Megalosaurus*. M. de la Moussaye croit encore que la dent décrite par lui était isolée comme une canine.

Je regrette d'être obligé de m'écarter, en plusieurs points, des vues de l'auteur dont j'analyse le travail :

I. — Il me paraît que la dent du *Neosodon* n'est pas autre chose qu'une dent de l'*Iguanodon præcursor*, Sauvage (1), provenant également des environs de Boulogne, et que M. Cope et moi (2) avons montré, indépendamment, être un Dinosaurien de l'ordre des *Sauropoda* de M. le professeur Marsh (3).

II. — Si ma suggestion est exacte, ce qu'il est facile de vérifier, le *Neosodon*, de la Moussaye, devra porter spécifiquement le nom de *Neosodon præcursor*, Sauvage, sauf le cas, bien entendu, où cet animal s'identifierait avec un type déjà connu.

III. — Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que le *Neosodon* soit un Dinosaurien sauropode et, par conséquent, herbivore. On n'a point rencontré jusqu'à présent de Dinosauriens omnivores et les preuves de M. de la Moussaye sont insuffisantes pour nous les faire admettre.

IV. — Il n'est pas vraisemblable que la dent faisant l'objet de la note du géologue français ait été isolée dans la mâchoire qui la soutenait, et voici pourquoi :

1°) — Une pareille disposition n'a jamais été remarquée chez les Dinosauriens sauropodes, parmi lesquels vient se ranger le *Neosodon*.

2°) — L'usure de la dent dont il s'agit est exactement la même que celle des molaires des Édentés phytophages (*Cholæpus*), dans les Mammifères, et cependant ces molaires sont contiguës.

**Les côtes des Amphibiens permien et triasiques (4).** M. A. Gaudry, l'éminent professeur de paléontologie du Muséum de Paris, a

(1) H. E. Sauvage. *Note sur les Reptiles fossiles*. 8. *Sur un Iguanodon du Jurassique supérieur de Boulogne-sur-mer*. Bull. Soc. Géol. France, p. 438, pl. XII, fig. 5 et 5a. 1875-76.

(2) L. Dollo. *Première note sur les Dinosauriens de Bernissart*. Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg. 1882, t. I, p. 169.

(3) O. C. Marsh. *Principal Characters of American Jurassic Dinosaurs*. Part. I. American Journal of Science and Arts (Silliman). 1878. Vol. XVI, p. 411 et pl. V, fig. 1 et 2.

Part. II. Ibid. 1879. Vol. XVII, p. 86.

Part. V. Ibid. 1881. Vol. XXI, p. 417.

Part. VI. *Restoration of Brontosaurus*. Ibid. 1883. Vol. XXVI, p. 81.

Part. VII. *Diplocidæ, a new family of the Sauropoda*. Ibid. 1884. Vol. XXVII, p. 161.

(4) A. Gaudry. *Nouvelle note sur les Reptiles permien*. Bull. Soc. Géol. France. 1884, t. XIII, p. 44.

publié récemment un intéressant mémoire sur les côtes singulières des Amphibiens permien et triasiques. Il y examine la conformation de ces organes dans quatre genres différents : *Archegosaurus*, *Euchirosaurus*, *Actinodon* et *Metopias*. Résumons brièvement les résultats de ses observations.

I. *Archegosaurus*. — C'est une curieuse pièce, don de M. DeFrance, directeur de la Société des mines et usines de cuivre de Vignaes, à Anvers, qui forme le point de départ de ce travail. M. Gaudry la rapporte, avec beaucoup de probabilité, au genre *Archegosaurus*. Elle comprend neuf vertèbres, avec leurs côtes, plus une portion de l'armure écailleuse du ventre.

Les vertèbres et l'armure ventrale montrent la structure habituelle. Quant aux côtes, elles appellent l'attention par leur brièveté, leur inclinaison dans le sens cranio-caudal et leur épanouissement à l'extrémité distale. M. Gaudry est enclin à penser que les côtes successives de chaque côté chevauchaient les unes sur les autres à l'aide de ces épanouissements. Le savant professeur nous dit, en outre, qu'elles s'attachaient, par une tête unique, aux diapophyses, et qu'il ne croit pas à l'existence des côtes sternales, ce qui ne nous étonnera pas lorsqu'il est question d'un Amphibien.

II. *Euchirosaurus*. Les côtes de l'*Euchirosaurus* sont encore plus bizarres. « Elles se courbent à peu de distance de leur point d'insertion ; minces d'abord, elles s'étalent ensuite en gagnant la région latérale du corps de l'animal, et elles présentent en arrière un grand élargissement qui s'appuie sur la côte suivante. Cet élargissement forme un crochet qui est peut-être l'homologue des apophyses récurrentes des côtes de l'*Hatteria*, des crocodiles et des oiseaux, mais il me paraît placé un peu plus bas ;... après s'être élargies, les côtes redeviennent étroites, en se courbant et se dirigeant vers la face ventrale. »

« On voit, dans le haut de ces côtes, la facette qui s'attachait aux diapophyses des vertèbres. Cette facette paraît représenter à la fois la tête et la tubérosité, comme dans celles des côtes des crocodiliens qui s'insèrent seulement sur les diapophyses des vertèbres. »

Je ferai, sur ce qui précède, les remarques suivantes :

1<sup>o</sup>) — L'apophyse récurrente des côtes de l'*Euchirosaurus* ne me semble pas directement comparable à celle des côtes d'*Hatteria* ou des Crocodiliens, car elle est placée sur la côte spondylique, et non sur la côte sternale, ou sur la côte intermédiaire.

2<sup>o</sup>) — Au contraire, je suis disposé à la considérer comme homo-

logue de celle des oiseaux, quoiqu'il soit question ici d'êtres placés dans des phylums très éloignés l'un de l'autre.

3°) — Mais les côtes qui, d'après moi, rappellent le plus celles de l'*Euchirosaurus* sont celles que j'ai notées sur un squelette de *Salamandra maculosa* du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles : double facette à l'extrémité proximale, élargissement et formation d'une apophyse récurrente, puis rétrécissement, rien n'y manque. Je reviendrai, d'ailleurs, prochainement sur ce sujet.

4°) — Comme les côtes de *Salamandra maculosa* appartiennent à un type franchement erpétospondylique (1), je me permets de suggérer qu'il en était de même chez l'*Euchirosaurus*, au lieu du type *suchospondylique* (2) que propose M. Gaudry.

5°) — Pour terminer, *Salamandra maculosa* n'a pas de côtes sternales, ni *Euchirosaurus* non plus, selon l'illustre paléontologiste français. Nouveau rapprochement entre ces deux Amphibiens et aussi nouvelle divergence avec *Hatteria*, les Crocodiliens et les Oiseaux.

III. *Actinodon*. Les côtes de l'*Actinodon* font souvenir bien plutôt de celles de l'*Archegosaurus* que celles de l'*Euchirosaurus*.

IV. *Metopias*. Chez ce Labyrinthodonte, l'atlas ne porte pas de côtes, mais les vertèbres suivantes en sont pourvues.

« Les côtes de ces vertèbres s'élargissent vers la région latérale du corps, formant des lames qui devaient s'appuyer les unes sur les autres. On compte une dizaine de côtes (de chaque côté) qui sont ainsi élargies. Celles qui suivent se rétrécissent à mesure qu'elles se rapprochent du bassin. »

« Cette disposition du *Metopias* ressemble étonnamment à celle des petits individus d'*Archegosaurus* et d'*Actinodon* ; elle ressemble moins à celle du grand *Archegosaurus*, et n'est plus du tout la même que dans l'*Euchirosaurus*. »

M. le professeur Gaudry ne croit point que le *Metopias* ait possédé des côtes sternales.

Les inclusions des œufs de poule (3). La Société de médecine de Gand vient de publier un *Livre Jubilaire* à l'occasion du cinquante

(1) T. H. Huxley, *A manuel of the anatomy of vertebrated animals*. Londres, 1871, p. 196.

(2) L. Dollo. *Quatrième note sur les dinosauriens de Bernissart*. Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg., 1883, t. II, p. 244 et 245.

(3) Ch. Van Bambeke. *Note sur une inclusion rencontrée dans un œuf de poule*. Extrait du LIVRE JUBILAIRE publié par la Société de médecine de Gand, à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation. Gand, 1884.

tième anniversaire de sa fondation. Nous y remarquons notamment un mémoire de M. le docteur Ch. Van Bambeke, professeur à l'Université de Gand, *Sur une inclusion rencontrée dans un œuf de poule*, et pensons faire une œuvre agréable aux lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* en leur en présentant une analyse.

« *A priori* la présence d'un corps étranger dans l'œuf n'est pas impossible. On cite des exemples d'œufs dans la coquille desquels des fragments d'insectes qui avaient échappé à la digestion, et qui s'étaient engagés dans l'oviducte, ont été trouvés incrustés. »

L'inclusion qui fait l'objet du travail de M. Van Bambeke a la forme d'une fève. Sa surface, d'un brun rougeâtre, est lisse. Elle mesure 15 millimètres de longueur, 10 de largeur et 8 d'épaisseur. Coupée longitudinalement elle montre deux couches : l'une corticale, l'autre médullaire.

Cette « fève » porte un pédicule de 7 1/2 millimètres de long et de 1 millimètre de diamètre, au moyen duquel elle est réunie à la membrane vitelline, qui, comme chacun le sait, limite le jaune.

Une inclusion plus ou moins analogue avait déjà été étudiée par M. Latschenberger, qui lui avait reconnu la valeur d'une tumeur ovarique, en raison de sa structure histologique et de sa connexion avec la membrane vitelline. Cependant la fève de M. Van Bambeke, sous une apparence assez semblable, s'écarte au fond du cas rapporté par le naturaliste allemand ; car elle ne contient ni tissu conjonctif fibrillaire, ni tissu muqueux, ni vaisseaux sanguins, ni globules sanguins reconnaissables. Il ne peut donc s'agir ici de tumeur ovarique pédiculée.

Dès lors deux hypothèses se présentent à l'esprit :

1<sup>o</sup>) — « Ou l'inclusion représente un second vitellus (ovule), avorté en quelque sorte, déjà anormal et morbide au moment de quitter l'ovaire et provenant du même follicule que le vitellus normalement constitué.

2<sup>o</sup>) — « Ou bien, vers l'époque de l'expulsion de ce dernier, une hémorragie s'est produite dans le follicule ou à sa surface, et le coagulum sanguin, suite de cet épanchement, s'est détaché en même temps que le vitellus et l'a suivi dans son trajet à travers l'oviducte.

» Arrêtons-nous d'abord à la première hypothèse. Sans parler de ces œufs inclus de poule qui ne renferment pas de jaune, on connaît beaucoup d'exemples d'œufs contenant deux vitellus, tantôt nageant dans un même albumen, tantôt pourvus chacun de leur blanc, mais englobés dans une même membrane coquillière. « C'est principalement chez la » poule, dit Milne-Edwards, que l'on a constaté l'existence d'œufs à

» double jaune, ou d'œufs à coquille inclus dans une autre. » Ce que nous connaissons du développement des œufs ovariens permet d'admettre que les deux jaunes peuvent provenir d'un même follicule : il n'est pas impossible, dès lors, que l'un des vitellus, ayant subi dans le follicule même une transformation morbide ou un développement régressif, ait été entraîné au moment de la déhiscence par le vitellus resté normal, grâce à une adhérence contractée entre les deux membranes vitellines. »

Toutefois, dit M. Van Bambeke, les caractères de la tumeur ne nous semblent pas favorables à cette manière de voir.

« La seconde hypothèse, celle d'après laquelle l'inclusion aurait pour origine un coagulum sanguin, paraît réunir en sa faveur une plus grande somme de probabilité. Les stries finement fibrillaires qu'elle montre au microscope se présentent bien avec l'aspect de la fibrine coagulée ; les granulations, qui forment la plus grande partie du reste de sa masse, peuvent être considérées comme résultant de la dégénérescence des globules sanguins. Cette dégénérescence granuleuse a été observée par M. Latschenberger dans sa tumeur ovarienne. »

Quant à savoir si l'inclusion a sa source dans l'ovaire ou l'oviducte, c'est une question que M. Van Bambeke laisse irrésolue, car les deux choses sont possibles. « Si l'animal, dont provient l'œuf, était connu, la dissection attentive des organes génitaux pourrait surtout aider à résoudre le problème. »

**Les Plésiosaures (1).** — Le Plésiosaure est un animal que tout le monde connaît. Chacun a présente à l'esprit, pour l'avoir vu figurer dans tous les traités de géologie, cette singulière bête, qui, suivant l'expression de G. Cuvier, unit une tête de lézard à des dents de crocodile, possède un cou énorme ressemblant au corps d'un serpent, joint à cela un tronçon et une queue ayant les proportions de ceux des quadrupèdes et complète le tout par des côtes de caméléon et des nageoires de baleines. Mais ce qu'on ignore généralement c'est que ce Plésiosaure

(1) R. Owen. *Paleontology*. Edinburgh, Adam and Charles Black, 1860.

H. G. Seeley. *On Neusticosaurus pusillus* (Fraas), an amphibious Reptile having affinities with the terrestrial Nothosauria and with the marine Plesiosauria. *QUART. JOURN. GEOL. SOC. London*, 1882, p. 350.

G. Gürich. *Ueber einige Saurier des oberschlesischen Muschelkalkes*. *ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT*, 1884, p. 125.

*Phillip's Manual of Geology*, vol. I : H. G. Seeley. *Physical Geology and Paleontology*. London, 1885, p. 514.

n'est qu'une des nombreuses formes constituant l'ordre des Plésiosauriens. Donner une idée plus exacte et plus complète des divers types de cet ordre intéressant, à l'aide des publications récemment parues, tel sera le but des lignes qui vont suivre.

Et d'abord, réunissons dans un tableau, pour les décrire ensuite, les êtres bizarres dont il s'agit.

## Ordre : PLESIOSAURIA.

## FISSIPÈDES.

1. *Nothosaurus*, Münster.
2. *Pistosaurus*, v. Meyer.
3. *Conchiosaurus*, v. Meyer.
4. *Simosaurus*, v. Meyer.
5. *Neusticosaurus*, Seeley.
6. *Dactylosaurus*, Gürich.

## PINNIPÈDES.

1. *Plesiosaurus*, de la Beche et Conybeare.
2. *Pliosaurus*, Owen.
3. *Elasmosaurus*, Seeley.
4. *Murænosaurus*, Seeley.
5. *Colymbosaurus*, Seeley.
6. *Stereosaurus*, Seeley.
7. *Polyptychodon*, Owen.

Dans ce qui précède, nous désignons sous le nom de *Fissipèdes*, ainsi qu'on a fait pour l'ordre des Carnivores chez les Mammifères, les animaux qui ne sont point encore adaptés complètement à une vie aquatique. Inversement nous réservons l'expression *Pinnipèdes* pour ceux dont les deux paires de membres sont transformées en nageoires. Les premiers sont limités au trias ; les seconds sont surtout jurassiques.

1. Le *Nothosaurus* nous offre un *crâne* de dimensions modérées, dont les narines externes sont assez éloignées de l'extrémité du museau. Les fosses supratemporales y sont largement ouvertes, indiquant des muscles temporaux puissants. Le Quadratum est fixé.

Les *dents* sont limitées au prémaxillaire, au susmaxillaire et à l'élément dentaire de la mandibule. Les dents prémaxillaires et celles qui leur correspondent dans la mâchoire inférieure sont d'ordinaire longues, fortes et acérées. Il y a, en outre, deux semblables dents dans chaque susmaxillaire ; mais, toutes les autres dents supportées par cet os et la presque totalité de la mandibule sont beaucoup plus petites quoique toujours fort aiguës.

Les *vertèbres* sont amphicœles. On en compte vingt dans la région cervicale. Il paraît y en avoir eu dix-neuf dans la région dorso-lombaire. Le sacrum en contient deux.

Les *côtes* sont erpétospondyliques.

Le *sternum* proprement dit est inconnu.

On a observé un *sternum abdominal* bien ossifié.

La *ceinture scapulaire* se compose de deux omoplates, deux coracoïdes, deux clavicules et une interclavicule.

La *ceinture pelvienne* ne s'écarte pas du type habituel des Reptiles, c'est-à-dire qu'elle comprend deux iliums, deux ischiums et deux pubis.

Les *membres* sont très imparfaitement connus. Ce qu'on en a recueilli montre pourtant qu'ils devaient appartenir à un animal terrestre ou seulement partiellement aquatique dans ses mœurs.

Une des espèces de *Nothosaurus* (*N. Schimper*, v. Meyer) provient du grès bigarré (Trias inférieur) de Soulz-les-Bains. Les autres représentants de ce genre (*N. giganteus*, *N. venustus*, *N. Münsteri*, *N. Andriani*, *N. angustifrons* et *N. mirabilis*) sont tous originaires du « Muschelkalk » soit de Bayreuth, soit de Lunéville.

2. Chez le *Pistosaurus*, la partie faciale du crâne se contracte brusquement en avant des orbites ; de sorte que, vue de dessus, la tête ressemble fortement à une bouteille à long col. Les orbites sont situées dans la moitié postérieure du crâne et les narines externes sont latérales.

Les restes du *Pistosaurus* ont été extraits du « muschelkalk » de Bayreuth.

3. *Conchiosaurus*. Ici, la portion faciale du crâne est moins prolongée que dans le type précédent, les narines externes sont terminales. Les dents sont seulement au nombre de douze de chaque côté et placées à des intervalles assez considérables. Elles sont, d'ailleurs, presque égales et exhibent une couronne pyriforme.

Le *Conchiosaurus* se rencontre dans le « muschelkalk » de Laineck, près Bayreuth.

4. *Simosaurus*. Les fossiles, consistant principalement en crânes, sur lesquels ce genre est fondé, se présentent dans le « muschelkalk » dolomitique des environs de Ludwigsberg et aussi dans la même formation à Lunéville.

Ces crânes montrent les larges fosses temporales, les narines externes divisées et l'aspect déprimé qui caractérisent les *Nothosaures* et les *Pistosaires*. Cependant, leur région faciale est beaucoup plus courte que chez ces derniers ; leur museau n'est ni prolongé, ni dilaté, mais obtus, ou mieux, camus. De sorte que, quoique les narines soient placées à une faible distance des orbites, elles sont néanmoins plus terminales que chez aucun des *Plésiosaures* examinés ci-dessus. Le palais est remarquable par son ossification avancée. Les ptérygoïdes s'y étendent à l'état de larges plaques recouvrant postérieure-

ment le sphénoïde. En outre, lesdits ptérygoïdes se réunissent sur la ligne médiane, disposition exceptionnelle, puisqu'elle n'existe, dans les Reptiles, que chez les Crocodiliens actuels et quelques Chéloniens, et, dans les Mammifères, que chez certains Dauphins et dans le genre *Myrmecophaga*.

Les *vertèbres* du Simosaure sont faiblement amphicœles.

5. Le genre *Dactylosaurus* a été découvert dans le « Muschelkalk » de Michalkowitz (Haute-Silésie). Cet animal est extrêmement important, parce que, en dehors d'une portion du crâne et de la colonne vertébrale, qui viennent le ranger près des Nothosauriens, il nous offre les membres antérieurs, si rares, ainsi qu'on le sait, chez tous les Plésiosauriens triasiques. Ces membres antérieurs possèdent une structure démontrant de la manière la plus évidente que le *Dactylosaure* était un type terrestre ou, tout au plus, légèrement amphibie.

6. Le *Neusticosaurus* est encore plus curieux. On en a recueilli deux spécimens dans une carrière à Hoheneck, près de Ludwigsburg, non loin de Stuttgart. Ils proviennent du « Lettenkohle », qui repose entre les couches supérieures du Muschelkalk et le Keuper.

La *tête* a environ trois centimètres de long et quatorze millimètres de large dans la partie postérieure. Ses côtés sont d'abord parallèles, mais, en s'approchant de l'extrémité du museau, ils convergent et donnent au crâne une forme lancéolée. Les ptérygoïdes semblent avoir été en contact dans le plan médian.

Le *cou* est deux fois, ou deux fois et demie, aussi long que la tête. On croit y compter dix-sept vertèbres.

La *région dorsale* comprend vingt-neuf vertèbres.

Treize vertèbres *caudales* sont tout ce qui reste de la queue.

Le *membre antérieur* ne paraît, à première vue, être autre chose qu'une nageoire de Plésiosaure très allongée et plus étroite que d'ordinaire. Cependant, il ne s'éloigne pas davantage de cette dernière que les nageoires des Cétacés ne le font entre elles. Si, maintenant, nous comparons cette patte de devant du *Neusticosaurus* à celle du *Nothosaurus*, nous y trouvons des différences sérieuses. L'humérus du *Nothosaurus* ne ressemble en rien à celui du *Plesiosaurus*, ni du *Neusticosaurus* : c'est l'humérus d'un animal terrestre.

Le *membre postérieur* du *Neusticosaurus*, au contraire, n'a aucun point commun avec la patte correspondante du Plésiosaure. Il se termine par un pied fissipède portant même des griffes comprimées.

En résumé, le *Neusticosaurus* est un des plus petits Plésiosauriens connus, mais il offre un intérêt énorme en ce qu'il nous montre les

membres postérieurs d'un saurien terrestre, tandis que ses pattes de devant sont déjà de véritables nageoires, présentant la plus étroite affinité avec la disposition si bien exprimée dans le genre *Plésiosaurus*.

7. Les premiers restes du *Plésiosaurus* furent obtenus à Lyme Regis vers l'année 1822, et formèrent le sujet d'un mémoire du Rév. Conybeare et de sir Henry de la Bèche, mémoire dans lequel le nouveau genre fut défini et nommé.

Le *crâne* est déprimé ; sa longueur est plus que trois fois sa largeur. La région postérieure aux orbites est quadrangulaire. Les orbites sont placées à peu près au milieu du crâne. Elles ne renferment jamais d'anneau sclérotique. Les narines externes, peu éloignées des yeux, sont à peine plus grandes que le foramen pariétal. Les choanes sont probablement situées immédiatement au-dessous, dans le palais. Chez quelques Plésiosaures, le crâne ne forme pas plus du douzième ou du treizième de la longueur totale du corps.

Le *cou* se laisse le mieux comparer à celui du Cygne. Il peut contenir jusqu'à quarante vertèbres. L'atlas et l'axis y sont fréquemment ankylosés.

Il y a usuellement vingt ou vingt-cinq vertèbres *dorsales*.

Le *sacrum* se compose de deux vertèbres.

La *queue* est relativement courte, renfermant trente ou quarante vertèbres.

Le *sternum* est inconnu.

On a constaté la présence d'un *sternum abdominal*.

La *ceinture scapulaire*, d'après Huxley, ne contiendrait que deux omoplates et deux coracoïdes, étant ainsi beaucoup plus simple que celle des Nothosauriens.

Le *membre antérieur* est une nageoire, mais moins volumineuse que la nageoire postérieure.

La *ceinture pelvienne* est très développée et consiste dans les six os usuels. Contrairement à ce qu'on voit chez les Ichtyosaures le *membre postérieur* est plus puissant que l'antérieur.

Les *téguments* étaient dépourvus d'écailles d'aucune nature ; ils présentaient vraisemblablement une forte ressemblance avec ceux des Ichtyosaures.

Plus de vingt espèces de Plésiosaures ont été décrites ; on les trouve dans les dépôts jurassiques et crétacés, commençant dans le lias et finissant dans la craie.

8. Les caractères génériques du *Pliosaurus* sont fournis par les

dents et les vertèbres cervicales. Comparées à celles du Plésiosaure, les premières sont plus épaisses relativement à leur longueur, triangulaires en coupe, avec une face aplatie, tandis que les autres sont polygonales. Quant aux vertèbres cervicales, elles sont si fortement rétrécies dans le sens craniocaudal qu'on serait tenté de les confondre avec celles des Ichtyosaures.

En un mot, le Pliosauure est un Plésiosaure avec une tête massive, des dents volumineuses et un cou extrêmement court. Quelques-unes des espèces de ce genre ont atteint une longueur de quarante pieds.

Le Pliosauure se rencontre dans le Kimmeridgien et l'Oxfordien, c'est-à-dire dans le Jurassique, de l'Angleterre et de la Russie.

L. DOLLO.

## SCIENCES INDUSTRIELLES

### Nouvelle méthode de fabrication des agglomérés de houille. —

Les premiers essais d'agglomération des combustibles menus sous la forme de briquettes solides furent faits en France en 1842, par M. Marsais. Cette industrie a pris aujourd'hui un immense développement et a été l'objet de nombreuses recherches de la part des constructeurs. La maison Révollier et Biérix, de Saint-Étienne (Loire), est une de celles qui se sont le plus occupées de perfectionner les appareils à agglomérer la houille ; et elle vient de proposer encore un dispositif nouveau.

On sait que le travail de fabrication des agglomérés comprend deux parties distinctes. On commence par préparer la pâte, composée de houille menue et de brai, et par la ramollir à l'aide de la chaleur. On la comprime ensuite dans des moules.

Pour la préparation de la pâte d'après le nouveau système, on se sert d'un four malaxeur de forme circulaire et à sole tournante. Les gaz du foyer lèchent d'abord la surface supérieure de la sole et, avant de se rendre à la cheminée, ils viennent en retour chauffer la face inférieure de la plaque. L'enveloppe du four est percée de six ouvertures ou regards. Les quatre premières servent à l'introduction de racloirs pour le brassage des matières ; la cinquième permet d'agir sur un système de barres qui règle l'épaisseur de la couche de

pâte et la durée de son séjour dans le four ; enfin la sixième est destinée à la sortie des matières.

La machine à agglomérer est constituée comme suit. Un axe commande par l'intermédiaire d'un pignon deux engrenages montés sur des arbres qui, à l'aide de manivelles et bielles remontantes, attaquent un joug sur lequel s'articule un balancier supérieur. En tirant celui-ci vers le bas, autour de son articulation située à l'autre extrémité, on appuie d'une part sur un piston démouleur qui expulse une briquette de son alvéole après qu'elle a accompli une demi-révolution, et de l'autre sur un piston mouleur qui comprime dans une nouvelle case les matières fournies par un distributeur ordinaire. Lorsque la compression est suffisante, l'articulation de l'extrémité du balancier porte-piston se soulève, en remontant par l'intermédiaire de plaques un contre-balancier inférieur muni d'un piston mouleur ascendant. Celui-ci vient donc comprimer par-dessous la matière : et lorsque cette compression s'est effectuée au même degré que par-dessus, l'articulation du balancier, suivant le mouvement de la tige du piston d'une presse hydraulique, se détache des plaques qui la relie au balancier inférieur ; et toute compression cesse jusqu'à ce que la machine arrive au point mort. L'arbre de transmission porte un tambour muni de rainures qui sollicitent les uns après les autres les galets du plateau à alvéoles, de façon que, à chaque oscillation du balancier, ce plateau, tournant d'un pas, présente aux pistons une nouvelle briquette à démouler et une autre à fabriquer. La compression exercée est de 300 kilos par centimètre carré ; et cette pression est la même sur toutes les briquettes et dans toutes les parties d'une même briquette (1).

**Le chauffage et la ventilation à l'école Monge.** — Les bâtiments de l'école Monge, à Paris, construits récemment d'après les plans de M. Demimuid, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, comprennent essentiellement en sous-sol les réfectoires ; au rez-de-chaussée et au premier étage, les classes ; au second étage, les dortoirs. Le chauffage y est obtenu par le système de circulation d'eau chaude ou d'hydrocalorifères.

Il y deux groupes d'installations. Chacune d'elles est alimentée en sous-sol par un massif de trois chaudières. Ces chaudières sont verticales, à foyer intérieur de 0<sup>m</sup>90 de diamètre et 3<sup>m</sup>70 de hauteur, la virole extérieure ayant 1<sup>m</sup>20 de diamètre et 4<sup>m</sup>00 de hauteur : la

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.*

couche d'eau sur le pourtour du foyer a donc une épaisseur de 0<sup>m</sup>15, et elle occupe un volume total de 2500 litres. Avant de passer à la cheminée, les gaz du foyer viennent circuler dans l'espace compris entre le pourtour de la chaudière et le massif de maçonnerie réfractaire qui l'enveloppe. Chaque chaudière a ainsi une surface de chauffe totale de 25 mètres carrés, dont 10 mètres de surface de chauffe intérieure. L'ensemble du système comprend donc 150 mètres de surface de chauffe.

De la partie supérieure des chaudières partent les tuyaux d'aller ; à la partie inférieure aboutissent les tuyaux de retour de l'eau refroidie par son parcours dans la tuyauterie de chauffage. Cette tuyauterie comprend : 1<sup>o</sup> la circulation générale, consistant en deux colonnes montantes communiquant entre elles à la partie supérieure du bâtiment, et servant l'une à l'ascension, l'autre à la descente de l'eau ; 2<sup>o</sup> les appareils de chauffage embranchés aux différents étages sur cette double colonne montante.

Les circulations générales sont installées contre les murs extérieurs des bâtiments, dans des gaines en maçonnerie. Elles sont constituées de tuyaux en fonte avec joints en caoutchouc. Ces tuyaux ont un diamètre intérieur de 150 à 200 millimètres. L'ensemble de la tuyauterie principale d'aller et retour contient 23 000 litres.

Les appareils de chauffage sont tantôt des tuyaux en fonte à ailettes disposés dans des gaines aux angles des pièces, tantôt des tuyaux en fonte unis de 175 millimètres de diamètre intérieur placés à fleur du sol dans des canaux recouverts d'une grille, tantôt enfin et le plus souvent des hydrocalorifères placés dans une enveloppe en maçonnerie en communication avec l'air extérieur d'une part au niveau du plancher, et communiquant d'autre part au niveau du plafond avec les salles. Ainsi les classes, qui mesurent 7<sup>m</sup>25 de longueur, autant de largeur et 4<sup>m</sup> de hauteur, ont aux quatre angles des hydrocalorifères. Les deux tuyaux logés dans les gaines sont à ailettes ; le diamètre intérieur est de 60 millimètres ; l'épaisseur de fonte, 6 millimètres ; la saillie des ailettes, 40 millimètres. Les bouches de chaleur, par où pénètre dans la salle l'air aspiré de l'extérieur et chauffé au contact des tuyaux, ont 0<sup>m</sup>370 sur 0<sup>m</sup>185. Les classes ne peuvent contenir que 30 élèves. L'air vicié s'échappe au niveau du sol, par des grilles de 0<sup>m</sup>50 de hauteur sur 0<sup>m</sup>21 de largeur, dans des gaines de ventilation de 0<sup>m</sup>35 sur 0<sup>m</sup>25. Ces gaines de ventilation aboutissent sous les combles à une cheminée collectrice où l'appel d'air est produit au moyen de vases d'expansion d'eau chaude et par le passage de la che-

minée des chaudières. Le dégagement des gaz viciés dans l'atmosphère s'effectue à 25 mètres au-dessus du sol des chaudières.

La température des tuyaux d'aller au départ des chaudières varie de 50 à 105 degrés ; celle du tuyau de retour, près des chaudières, de 13 à 53 degrés. L'air extérieur, pris à 3 ou 4 degrés, entre dans les classes à 28 ou 30 degrés, et possède devant la grille de ventilation 15 degrés environ.

Le cube d'air chauffé est aujourd'hui de 28 194 mètres. En 1879, il était de 23 338 mètres seulement ; la consommation de houille pour 206 jours de chauffage (du 15 octobre au 15 mai) a été de 122 tonnes, soit en moyenne par jour de chauffage de 592 kilos, ou encore de 25 kilos par jour et par 1000 mètres cubes d'air chauffé à 14° 5 environ.

L'installation complète du système de chauffage et de ventilation a coûté plus de cent mille francs. Ce chiffre est assez élevé : mais, comme on le voit, la consommation de charbon est relativement faible : puis ce système n'a pas, comme celui du chauffage par calorifères ordinaires ou à air chaud, l'inconvénient de donner lieu à la production d'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique. Peut-être aurait-il été plus avantageux, au point de vue de la facilité de la ventilation, de faire circuler l'air de bas en haut dans les salles, mais la circulation de haut en bas offre certains avantages à d'autres points de vue (1).

**L'extraction de l'or.** — Les roches aurifères sont généralement constituées de quartz accompagné de pyrites de fer et de cuivre, de stibine, de galène, de blende, etc. La méthode usitée jusqu'ici pour l'extraction de l'or de ces minerais consiste à pulvériser les morceaux de quartz par le bocardage, jusqu'à ce que la poussière puisse passer par un tamis à 35 mailles par centimètre carré. Cette poussière est mélangée avec du mercure et lancée ensuite sur une série de tables en cuivre amalgamé et de filtres de flanelle, où l'or est en grande partie arrêté. Mais une proportion considérable de métal précieux est entraînée, d'abord parce que, la poussière n'étant pas assez fine, une partie de l'or échappe à l'amalgamation, ensuite parce que beaucoup d'or flotte à la surface de l'eau. Plus de 50 p. c. du métal sont ainsi généralement perdus. Un autre inconvénient du procédé consiste en ce que, au contact intime et prolongé de l'eau, une bonne partie du mercure devient inerte, c'est-à-dire incapable de se combiner rapidement à

(1) *Le Génie civil.*

l'or et à l'argent. Enfin l'eau favorise l'action nuisible sur le mercure des sulfures d'antimoine et autres corps analogues.

On a essayé récemment en Australie avec un plein succès un procédé qui permet d'éviter tous ces inconvénients. La pulvérisation s'effectue à l'état sec, à l'aide du pulvérisateur Jordan, appareil qui opère par choc, à la façon du broyeur Carr. La poussière est amenée à un degré de finesse tel qu'elle puisse passer par un tamis quarante fois plus fin que celui employé dans le procédé ordinaire ; et malgré cela les frais sont moindres qu'avec les bocards (8 livres par tonne au lieu de 9 livres 40 sh.). La poussière de minerai est lancée de bas en haut à travers une colonne de mercure de 0<sup>m</sup>75 de hauteur, chauffée à l'aide d'une enveloppe de vapeur. Arrivée à la partie supérieure de la colonne, elle est emportée par un fort courant d'air dans un compartiment de concentration, où les parcelles d'or amalgamé, plus lourdes, tombent les premières en se séparant des particules stériles plus légères. De la sorte la perte en métal précieux devient très minime ; et les frais sont moindres que dans l'ancien procédé. L'appareil fonctionne automatiquement, et les ouvriers ne sont plus exposés à respirer les vapeurs mercurielles.

Au lieu de mercure pur, on pourrait, lorsque le minerai renferme des sulfures d'antimoine et autres, employer l'amalgame sodique (1).

**Nouvelle pile électrique.** — M. Ch. Édouard O'Keenan vient d'inventer une nouvelle pile, à laquelle il donne le nom de pile *primosécondaire*. Le pôle négatif est constitué par une lame ou un cylindre de zinc amalgamé plongeant dans de l'acide sulfurique dilué (70 grammes d'acide par litre d'eau), additionné d'un peu de sulfate mercurique destiné à entretenir le zinc dans un parfait état d'amalgamation. Dans un vase poreux, en contact avec le charbon formant pôle positif, est placé du bioxyde de plomb qui joue le rôle de dépolarisant et paraît même fournir un surcroît de force électro-motrice.

Dans les piles destinées à la télégraphie et aux usages domestiques, le vase poreux a 95 millimètres de hauteur et 38 millimètres de diamètre. Ces piles ont une puissance supérieure à celle des piles Leclanché et se polarisent moins vite.

Le type construit spécialement pour la production de la lumière électrique comprend des vases poreux plats, généralement au nombre

(1) *Le Génie civil*.

de trois, les charbons étant accouplés en quantité. La lame de zinc est repliée en zigzag autour des vases poreux.

Lorsque la pile est épuisée, elle peut être rechargée à l'aide d'une machine dynamo, à la façon des accumulateurs; seulement ici la période de formation est évitée. Par suite de l'électrolyse du liquide, le zinc dissous se dépose sur la lame constituant le pôle négatif, l'oxygène se reporte sur l'oxyde de plomb réduit pendant le fonctionnement de la pile, et le liquide ne contient plus que de l'acide libre. Et tandis que dans les accumulateurs ordinaires il se forme entre la couche d'oxyde de plomb et le plomb métallique sous-jacent des couples locaux par suite de l'oxydation de ce dernier, rien de pareil ne se produit entre l'oxyde de plomb et le charbon de la pile primo-secondaire. Notons aussi que cette pile est de construction fort économique.

**Purification des eaux alimentaires.** — Nous avons parlé dans un précédent article (1) du système employé pour la purification des eaux de la distribution de la ville d'Anvers, basé sur l'emploi d'un mélange d'éponge de fer et de sable. Ce système a été trouvé efficace, mais un peu coûteux et encombrant. Aussi, à l'occasion de l'augmentation de l'approvisionnement, a-t-on recherché un autre procédé d'épuration.

Rappelons que l'eau de la Nèthe, utilisée pour cette distribution, est fortement colorée par les matières organiques d'origine végétale (tourbe); et en même temps chargée de particules terreuses d'une extrême ténuité.

M. Anderson, l'ingénieur de la Compagnie, a imaginé d'agiter les eaux impures avec de la poussière ferrugineuse. Celle-ci, tout comme l'éponge de fer dans le système précédent, agit chimiquement par réduction et physiquement par filtration. L'eau passant ensuite sur des filtres en sable récupère la quantité d'air qu'elle a perdue au contact du fer.

Dans un cylindre vertical de 1<sup>m</sup>35 de diamètre et 1<sup>m</sup>65 de hauteur, on met 225 kilos de fer en poudre. L'eau impure étant ensuite amenée dans ce cylindre sous une charge de 1<sup>m</sup>50, on imprime à celui-ci un mouvement lent de rotation (1/3 de tour par minute), en même temps qu'une noria placée à l'intérieur du cylindre relève sans cesse la poudre de fer et la maintient en suspension dans l'eau. Après un séjour de 3 1/2 minutes dans le cylindre, l'eau s'échappe de celui-ci parfaitement limpide, avec un débit de 750 litres par minute. Voici les teneurs en ammoniacale avant et après l'opération.

(1) Voir la livraison du 20 janvier 1884.

	Ammoniaque libre	Ammoniaque albuminoïde
Avant l'opération . . .	0 gr. 000 456 par litre	0 gr. 000 174 par litre
Après — . . .	0 000 043 —	0 000 058 —

La force motrice exigée est insignifiante; et l'ensemble des appareils nécessaires au traitement de 9000 mètres cubes par 24 heures n'occupe qu'une surface de 9 mètres sur 7.

A la distribution d'eau de la Nouvelle-Orléans, on a employé, dans ces derniers temps, pour l'épuration, le fer sous forme de perchlorure en solution, à raison de 25 grammes par mètre cube, ce qui correspond à une dépense de 0fr.012 environ.

Dans certaines raffineries et papeteries des États-Unis, on fait usage, pour coaguler les impuretés de l'eau, d'une matière dont la composition n'a pas été publiée et qui ne coûte que 0 fr. 0033 par mètre cube filtré : c'est le système Hyatt. En voici le coût annuel d'exploitation pour une distribution journalière de 4500 mètres cubes, correspondant à l'alimentation d'une ville de 300 000 habitants, à raison de 150 litres par jour :

Intérêts à 6 p. c. du prix d'établissement évalué à 500 000 fr.	30 000
Produit coagulant . . . . .	55 000
Élévation de l'eau pour le nettoyage des filtres (5 p. c. de l'eau filtrée) . . . . .	9 500
Salaire de 3 ouvriers, à 10 francs par jour. . . . .	11 000
Remplacement du sable . . . . .	2 500
Total	108 000

Soit une dépense totale de fr. 0,00685 par mètre cube et par jour.

**La dégénérescence de la levure de brasserie.** — Le moût résultant du traitement du malt par l'eau chaude et de l'ébullition avec une certaine quantité de houblon, après avoir été refroidi au degré voulu, est enfin, pour l'obtention de la bière, mis à fermenter sous l'action d'une partie de la levure provenant d'une opération précédente, soit 2 à 4 kilogr. par 1000 litres de moût.

Cette levure se conserve durant l'acte de la fermentation, et ses cellules se multiplient au point que son volume, après l'opération, est quadruple ou quintuple de celui qu'elle occupait au début. Malheureusement, il arrive qu'en se reproduisant cette levure dégénère et devient impropre à provoquer une fermentation normale; si l'on fait usage d'une levure altérée, la fermentation est paresseuse ou bien la clarification est lente et défectueuse : or, l'on sait que c'est du succès

de ces dernières opérations que dépend, en grande partie, la bonne qualité de la bière.

L'altération de la levure peut provenir tout d'abord de la présence dans celle-ci, en quantité notable, d'organismes autres que le *saccharomyce cerevisiae*, soit d'autres *saccharomyces*, soit du *bacterium* de la fermentation lactique ou du *mycoderma aceti*. Sans vouloir cultiver des levures absolument exemptes de ces micro-organismes nuisibles, ce qui exigerait une installation coûteuse et des soins minutieux, on peut parvenir, pendant un temps indéfini, à en limiter le développement en évitant, autant que possible, le contact du moût avec l'air impur, en se servant d'appareils parfaitement propres et en opérant la fermentation à une température relativement basse.

Indépendamment du développement d'organismes étrangers, la dégénérescence de la levure peut être causée par la composition anormale des moûts où on la fait végéter. La composition du moût dépend de la qualité de l'orge et de la manière dont le maltage et le brassage ont été conduits. La proportion du sucre (principalement maltose) contenu dans le moût peut être de 42 p. c. environ du moût, soit de 65 à 70 p. c. de l'extrait, le reste de celui-ci se composant de dextrine, matières azotées et sels minéraux. La proportion de ces derniers semble avoir une certaine importance : ainsi, la teneur en phosphate potassique la plus favorable à l'énergie de la fermentation, est celle de 2 à 3 grammes par litre de moût.

Pendant la fermentation, la levure absorbe pour sa nutrition et sa reproduction une certaine proportion de l'azote renfermé dans les matières organiques et, principalement, dans les matières amidées du moût. En général, on constate qu'une levure est d'autant meilleure pour la brasserie qu'elle est capable d'enlever plus d'azote au moût. Celle qui, par une série de fermentations et de générations successives, a déjà absorbé une forte proportion d'azote, bien que son pouvoir fermentatif ou la faculté qu'elle a de décomposer le sucre croisse avec sa teneur en cet élément, est devenue par contre moins apte à absorber du moût de nouvelles quantités d'azote : cette levure alors ne bourgeonne plus, c'est-à-dire que sa reproduction n'a plus lieu que fort lentement ; elle ne se brise plus ; les cellules, au lieu de se déposer, restent en suspension sous forme de chapelets dans le liquide, et la bière ne se clarifie pas.

La teneur d'une bonne levure en azote peut varier de 8 à 10 p. c. du poids de la levure sèche. On parvient jusqu'à un certain point à empêcher l'enrichissement exagéré de la levure en azote, et on favorise

au contraire sa reproduction et son bourgeonnement, en faisant fermenter le moût à une température assez élevée et en aérant énergiquement. On pourrait aussi peut-être appauvrir une levure en azote en la faisant végéter dans un milieu sucré ne contenant pas cet élément.

Toutes ces observations, résultant de travaux pratiqués dans ces derniers temps par des chimistes distingués tels que M. Pasteur, M. Hansen (de Copenhague), M. Hayduck (de Berlin), ont fait dernièrement l'objet d'une communication à la Société chimique de Paris.

**L'industrie norvégienne en 1884. — Mines d'or.** — Dans l'île de Bømmelø, sur la côte occidentale de la Norvège, à peu de distance et au nord des mines de cuivre de Vigsnes, une compagnie anglaise a commencé l'exploitation régulière d'affleurements de filons de quartz aurifère découverts en 1882. On traite par jour environ 20 tonnes de quartz. Les résultats économiques sont encore peu connus.

A Bleka, une compagnie française exploite aussi des mines d'or.

**Mines d'argent.** — La production des mines de Kongsberg a été en 1884 à peu près stationnaire, soit de 6800 kilos.

Les exploitations se continuent aussi dans le district de Vefsen.

**Mines de cuivre.** — La baisse des prix a ralenti quelque peu l'extraction. Parmi les mines les plus productives, il faut toujours citer celles de Vigsnes, de Aamdal (compagnie anglaise), de Røros, d'Ytterø et de Bøilestad.

**Mines de nickel.** — Les principales exploitations sont celles de Senjen et de Evje, appartenant à la maison Vivian. La baisse continue des prix a causé la fermeture de l'usine de Kragerø (maison Dahl). Les nouveaux procédés métallurgiques de Manhès et Sébillot n'ont pas encore été appliqués en Norvège.

On exploite aussi des minerais de *zinc* à Saude (district de Ryfylke) et des minerais de *molybdène* à Fjotland.

L'*apatite* continue à être exploitée sur divers points. La production la plus importante est fournie par la compagnie de Bamble.

Les *pierres à aiguiser* sont maintenant fabriquées à l'usine de Porsgrund.

Les *pâtes de bois* sont toujours préparées sur une grande échelle, malgré leur bas prix. L'exportation de ces pâtes a atteint, en 1884, 75 000 tonnes ; elles se vendent jusqu'en Amérique et en Australie.

Les fabriques de *papier* ont exporté, principalement vers Hambourg, 3 à 4 millions de kilos, surtout de papiers d'emballage.

Il y a six fabriques de *cellulose*.

Les *ateliers mécaniques* s'occupent principalement de construire des navires en fer pour les flottes baleinières. Là-bas comme partout, l'industrie des constructions traverse une crise intense.

Les *clouteries*, principalement pour fers à cheval, sont nombreuses en Norwège ; une d'elles occupe 84 machines. Mais elle se ressent beaucoup de la concurrence que leur fait l'Allemagne sur le marché français.

La Norwège possède aussi à l'heure qu'il est, 6 *verreries*, 13 *fabriques d'allumettes*, 47 *brasseries*, 23 *distilleries*, 8 *filatures de colon*, 3 *fabriques de lainage*, etc.

**Les phosphates de chaux des environs de Mons.** — Les gisements de phosphates des environs de Mons attirent depuis quelques années l'attention des industriels et des agriculteurs.

Dès 1874, la craie grise phosphatée de Ciply fut étudiée par M. Melens et par MM. Cornet et Briart. Quelque temps après, on découvrit sur le territoire de Mesvin un phosphate riche que M. Petermann a décrit sous le nom de phosphate riche de Mesvin-Ciply. M. Cornet reconnut sur le même territoire l'existence de poches de phosphate. Enfin, plus récemment, on a trouvé dans le bois d'Havré un nouveau gisement de phosphate de chaux.

Le phosphate de Mesvin-Ciply est de couleur châtain à l'état humide; celui de Havré est vert-gris. Ces deux phosphates existent l'un et l'autre, d'après M. Lambert, sur une surface d'au moins dix hectares ; en certains endroits, le phosphate vert est superposé au phosphate rouge.

Voici quelques détails sur le phosphate vert du bois d'Havré, gisement qui est aujourd'hui en exploitation.

Ce minéral constitue une couche d'une épaisseur moyenne de 0<sup>m</sup>,70 (0<sup>m</sup>,30 à 1<sup>m</sup>,50) recouverte d'environ 10 mètres (4<sup>m</sup>,50 à 13<sup>m</sup>) de terrains, qui sont de haut en bas :

Limon, terrain quaternaire . . .	épaisseur 2 <sup>m</sup> ,00 à 6 <sup>m</sup> ,00
Sable glauconifère. . . . .	0 <sup>m</sup> ,25 à 5 <sup>m</sup> ,00
Argile bleu-noir glauconifère, landénienne . .	0 <sup>m</sup> ,80 à 2 <sup>m</sup> ,50

C'est sous l'argile bleue, imperméable, ordinairement pierreuse à la base, que s'étend le gisement de phosphate. Celui-ci repose à son tour sur la craie grise de Ciply, d'une épaisseur considérable.

Cette couche phosphatée a une allure assez régulière ; la partie supérieur est dure et se compose de lits stratifiés ; la partie inférieure est généralement pulvérulente.

Voici, d'après M. Blas, la composition chimique du phosphate vert

pulvérulent du bois d'Havré, rapprochée de celles du phosphate brun de Mesvin-Cipty, de la craie grise de Cipty et des nodules du poudingue de la Malogne (d'après M. Petermann).

	Phosphate vert du bois d'Havré.	Phosphate brun de Mesvin-Ci- pty.	Nodules du poudin- gue de la Malogne.	Craie grise de Cipty.
Eau à 115° . . . . .	0.60	»	»	»
Matières organiques. . . . .	2.67	5.21	»	2.83
Oxyde ferrique . . . . .	2.07	} 3.96	2.56	1.01
— aluminique . . . . .	1.72			
— calcique . . . . .	38.52	41.72	51.22	53.24
— magnésique . . . . .	0.40	0.84	1.30	0.12
— potassique. . . . .	0.03	1.00	0.21	} 0.19
— sodique. . . . .	1.47	1.13	0.53	
Anhydride phosphorique . . . . .	25.85	27.79	22.48	11.66
— sulfurique . . . . .	4.05	1.18	1.36	0.89
— carbonique . . . . .	5.40	5.06	18.61	28.10
— silicique. . . . .	14.60	10.68	1.36	1.96
Chlore . . . . .	0.15	Traces	Traces	Traces
Fluor . . . . .	2.38	Traces	Traces	Traces
Iode . . . . .	Assez	?	0.00	0.00
Oxyde manganoux . . . . .	Traces	?	?	?
Azote. . . . .	0.10	0.028	Traces	Traces

Le phosphate vert du bois d'Havré se rapproche donc beaucoup, au point de vue de la composition chimique, du phosphate brun de Mesvin-Cipty. Il faut noter toutefois que le premier renferme une plus forte proportion d'acide sulfurique, d'acide silicique et de fluor ; et qu'il contient de l'iode.

Les nodules du poudingue de la Malogne et la craie grise de Cipty sont beaucoup plus pauvres en acides phosphorique et silicique, mais plus riches en carbonate calcique (1).

J. B. ANDRÉ.

## INVERTÉBRÉS.

**L'appareil venimeux du Scorpion (2).** — Quoiqu'on ait déjà proclamé la vérité au sujet du Scorpion, il ne sera peut-être pas inutile d'y revenir encore, car la légende n'a pas encore complètement disparu, loin de là, et de plus la question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît, ainsi que la présente analyse le montrera.

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1884.

(2) *Archives de zoologie expérimentale et générale*.

Et d'abord il y a plusieurs espèces de Scorpions, bien différentes, ne fût-ce qu'au point de vue de l'appareil à venin. Dans le midi de l'Europe vit le Scorpion flavicaude dont la longueur ne dépasse pas 5 centimètres ; il est bien prouvé aujourd'hui que sa piqûre se borne à être désagréable ; sur quelques points du littoral méditerranéen en Europe, mais surtout dans toute l'Afrique septentrionale, on trouve le Scorpion roussâtre (*Scorpius* ou *Androctonus occitanus*), dont la piqûre cause une douleur plus vive ainsi qu'une enflure passagère, mais ne provoque pas de conséquences graves. Enfin, il y a dans les pays tropicaux de grandes espèces de Scorpions, telles que *Androctonus funestus* ; elles atteignent jusqu'à 16-17 centimètres de long : or ces dernières seules sont dangereuses, et encore n'est-ce que relativement. Pourtant dans certains pays les habitants les redoutent presque autant que les serpents les plus venimeux, mais cela ne peut provenir que de ce qu'ils ne prennent pas soin de la piqûre, car elle n'amène pas de conséquence funeste quand on la panse de suite avec de l'huile ou de l'eau ammoniacale, etc. Un médecin qui a longtemps séjourné en Afrique établit que, sur cent piqûres d'*Androctonus*, une seule détermine la mort. On peut juger par cette proportion que le malheureux *Araclmide* ne mérite pas l'épithète de *funestus* pas plus que le nom générique d'*Androctonus* (tueur d'hommes).

Mais il ne suffit pas de considérer par quelle espèce la piqûre est faite, il importe encore de savoir quelle quantité de venin a été inoculée, quel individu a été piqué, etc.

Après cette digression de zoologie médicale, nous arrivons à l'appareil lui-même. Parmi les naturalistes qui s'en sont occupés jusque aujourd'hui nous citerons Cuvier, Blanchard, Gegenbaur, Müller, Walckenaer et Gervais ; mais l'autorité de ces auteurs n'empêche pas que leurs descriptions ne soient inexactes ou du moins incomplètes. Heureusement M. Joyeux-Laffuie, maître de conférences à la Sorbonne, a appliqué à cette intéressante question toutes les ressources de la zoologie expérimentale, et il en a fait une étude excellente et complète. Il s'est adressé, pour les dissections ainsi que pour la recherche des propriétés pathologiques du venin, au Scorpion roussâtre, et il a surtout utilisé la méthode des coupes microscopiques.

L'appareil venimeux du Scorpion est une glande double, avec un canal excréteur double également, qui se trouve logée à l'extrémité de l'abdomen dans une vésicule piriforme ; celle-ci est terminée par une pointe très aiguë, recourbée latéralement. Cette vésicule est tout simi-

plement un anneau abdominal, le 6<sup>e</sup>, qui contrairement aux cinq zoonites précédents peut se livrer à des mouvements de latéralité.

L'histologie de la glande nous montre deux éléments principaux : une tunique externe musculaire et une couche épithéliale qui est vraisemblablement la partie sécrétoire, car ses cellules sont gorgées des mêmes granulations que l'on retrouve dans le venin de la cavité glandulaire. D'après cela le rôle de la glande s'explique sans difficulté : quand l'animal veut se servir de son venin, les fibres musculaires se contractent vivement et dirigent le liquide vers le canal excréteur ; celui-ci à son tour débouche à l'extérieur par un pore situé latéralement sur l'aiguillon.

Quant au venin, c'est un liquide opalescent, d'une réaction acide peu prononcée ; il contient en suspension un grand nombre de fines granulations arrondies. Il n'y a pas encore de conclusion formelle au sujet de la nature chimique du principe actif, mais on peut supposer qu'il ressemble à l'échidnine du venin de la vipère.

Pour en étudier les propriétés, l'auteur irritait un scorpion, et chaque fois il recueillait les gouttelettes qui venaient sourdre au pore excréteur. Mais cette quantité ne suffisait pas pour expérimenter les influences pathogéniques du venin ; dans ce but, pour en avoir une quantité notable, l'auteur détachait une poche à venin tout entière, la broyait dans l'eau distillée et, après avoir filtré, il avait à sa disposition une masse facile à manier et notamment à injecter. Or, devant l'injection, les animaux se comportent différemment, selon leur rang dans la classification. Ainsi le venin semble ne pas incommoder les Infusoires, les Cœlentérés, les Échinodermes et les Vers ; chez les Mollusques son action est profonde, mais lente ; chez les Articulés elle est à la fois extrêmement marquée et rapide ; elle se manifeste sur les Poissons après deux heures, mais il faut une forte dose. Enfin le venin tout entier d'un scorpion tue un lapin en une heure.

Contrairement à la strychnine et à la nicotine, le venin n'est pas absorbé par les branchies ni par la peau ; il ne l'est pas non plus par le tube digestif, car les Scorpions se mangent impunément entre eux, et cependant on ne peut pas dire qu'ils possèdent une immunité spéciale vis-à-vis de leur venin, car la moindre piqûre les tue.

En tout cas l'intoxication montre deux phases qui passent brusquement l'une dans l'autre : pendant la première, l'animal témoigne de l'inquiétude et se livre à des accès convulsifs ; c'est la période d'excitation ; pendant la deuxième, au contraire, la paralysie envahit successivement tous les muscles en commençant par ceux de la déglutition ;

elle arrive à produire un état de mort apparente pendant lequel le cœur bat encore pendant plusieurs heures, puis, celui-ci s'arrêtant, la mort survient.

Mais quel est le mécanisme intime de l'empoisonnement? S'il fallait en croire les expériences de M. Jousset de Bellesme, le venin, une fois entré dans le torrent sanguin, empêcherait les globules de circuler : donc ils s'agglutineraient bientôt au point d'obstruer les vaisseaux. Mais ces expériences étaient inexactes ou mal interprétées.

M. Paul Bert — et M. Joyeux-Laffuie aussi — pense plutôt que le venin du Scorpion est un poison des nerfs. Il se rapprocherait donc du curare, le formidable poison américain ; comme lui, il empoisonnerait la fibre nerveuse motrice tout en respectant la fibre nerveuse sensitive : c'est-à-dire que la sensibilité reste intacte, que les muscles eux-mêmes conservent parfaitement leur aptitude à la contraction, mais les nerfs qui doivent leur commander sont frappés d'inaction.

S'il en est ainsi, la mort s'explique facilement. En effet, les muscles striés qui prennent part à la respiration cessent de fonctionner, donc l'animal doit périr par asphyxie. Il en résulte une conséquence pratique : il est évident que le sujet piqué par un Scorpion pourra être sauvé, si l'on parvient à entretenir en lui la respiration artificielle jusqu'à ce que le virus soit éliminé.

L'appareil étant maintenant connu, voyons la façon dont l'animal s'en sert. L'observation des mœurs du Scorpion montre qu'il use de deux procédés différents, d'après la situation dans laquelle il se trouve. Si on se borne à l'exciter, ou bien s'il est devant un semblable, il replie l'abdomen en arc au-dessus de lui, puis il décoche brusquement un coup en avant, et, comme toujours d'ailleurs, sans qu'on puisse voir sourdre le venin. Il est évident que de cette façon il ne cherche qu'à effrayer, tout au plus à piquer.

Mais quand il a affaire à une proie, il la saisit dans ses pinces (extrémités des palpes maxillaires), et cherche un instant où il doit la piquer : il pique d'ailleurs aussi bien à l'abdomen qu'au céphalothorax ; puis il *maintient* l'aiguillon pendant quelque temps, et très vraisemblablement il comprime alors ses glandes. Donc par cette méthode, il pique et il empoisonne simultanément.

**L'organisation de *Histriobdella homari* (1).** — Sur les œufs du homard vit un petit parasite vermiforme. M. P. J. Van Beneden qui le découvrit en 1853 le prit d'abord pour une larve de serpule, mais

(1) *Archives de biologie*, 1884, t. V, fascicule III.

quelques années après il reconnut que c'était un adulte, et le rangea parmi les Hirudinées sous le nom de *Histriobdella homari*. Depuis, on avait délaissé cet animalcule ; aussi M. Foettinger, qui en a repris l'étude avec toutes les ressources de la technique actuelle, y trouve-t-il une moisson de faits nouveaux qui lui permettent une interprétation de l'animal différente de celle de son illustre devancier.

Extérieurement le corps est allongé, étroit, irrégulièrement cylindrique, présentant à toute évidence non seulement plusieurs régions, mais même un commencement de segmentation. En avant se trouve la tête qui ne porte pas moins de 7 appendices, 5 sensoriels et 2 pattes locomotrices et adhésives à la fois ; puis se trouve une région rétrécie suivie de 3 renflements, après lesquels s'étend le segment sexuel, puis encore 3 segments et enfin une dernière portion sur laquelle s'insèrent les pattes postérieures ; l'agitation constante des appendices de cet animal a contribué à lui faire donner le nom de *Histriobdella*.

M. P. J. Van Beneden n'en connaissait pas le système nerveux ; M. Foettinger le montre pourtant bien spécialisé, car il décrit un cerveau logé en avant dans la tête, puis deux commissures qui longent l'œsophage — un collier œsophagien par conséquent — et réunissent le cerveau à deux cordons fibrillaires qui parcourent le milieu de la face ventrale du parasite ; le cerveau et les cordons ne sont pas bien nettement séparés de la peau ; de distance en distance, précisément au niveau de tous les renflements et des étranglements qui les séparent, M. Foettinger constate que cette espèce de chaîne ganglionnaire revêt régulièrement certaines particularités, ce qui permet de la regarder comme métamérisée.

Un tel système nerveux rappelle celui des Archiamélides, petit groupe d'Annélides inférieures, dans lequel on veut voir la souche commune des Annélides et des Géphyriens.

En fait d'organes des sens, il y a les cinq tentacules céphaliques ainsi que deux tubercules situés sur la paire postérieure de pattes ; ces organes sont traversés par une masse fibrillaire qui est vraisemblablement nerveuse et qui s'épanouit au dehors en un bouquet de cils ; sur le côté de la tête se trouvent encore des fossettes ciliées dont le rôle est inconnu, et jusqu'ici on n'a pas constaté d'yeux.

Il y a deux rubans musculaires dorsaux et deux ventraux qui pénètrent tous dans les deux paires de pattes.

A la face inférieure de la tête se trouve la bouche munie de deux lèvres mobiles ; elle est armée de trois pièces chitineuses appelées mâchoires par M. P.-J. Van Beneden ; elles sont enveloppées de fibres

musculaires striées, constituant ainsi un véritable bulbe œsophagien ; cette bouche est suivie d'un tube digestif cilié sur toute sa longueur et suivant un trajet rectiligne ; on peut y reconnaître un œsophage, un estomac et un intestin qui vient déboucher sur la face dorsale ; la présence de glandes est douteuse, mais dans les parois de l'estomac il y a des granulations jaunâtres qui représentent peut-être un foie à l'état diffus.

Comme il s'agit d'un Ver, il faut accorder une grande attention aux organes segmentaires ; ils avaient déjà été décrits par M. P.-J. Van Beneden, au nombre de cinq paires, et consistent en tubes très étroits, ciliés à l'intérieur ; ils débouchent au dehors sur la face ventrale ; mais M. Føttinger n'a pas pu déceler les orifices internes par lesquels ils vont puiser dans la cavité générale du corps.

Malgré ses recherches minutieuses, l'auteur n'a pas pu découvrir davantage les vaisseaux colorés en rouge qu'avait signalés M. Van Beneden : l'appareil circulatoire est donc jusqu'ici totalement inconnu, ou du moins bien rudimentaire.

Les sexes sont séparés sur des individus différents. Les organes femelles comprennent d'abord deux ovaires symétriques, à l'extrémité antérieure desquels les matériaux des œufs ne sont pas encore agglomérés ; en arrière au contraire les œufs sont tout formés et mûrs ; ils tombent de chaque côté dans un canal cilié qui plonge dans la cavité générale ; le canal se renfle successivement en deux vésicules et débouche au dehors par une fente transversale.

L'appareil mâle est plus compliqué ; il entre dans sa composition des parties accessoires, sur la nature et le rôle desquelles M. Føttinger n'est pas encore complètement édifié.

Terminons en disant que tous ces organes sont plongés dans une véritable cavité générale, délimitée par deux feuillets cellulaires entre lesquels il n'y a pas de mésentère, si ce n'est peut-être de faibles traces ; cette cavité générale pénètre aussi dans les membres.

Quelle est la place légitime d'un tel animal dans la classe des Annélides ? Maintenant que son organisation est bien connue, peut-on encore le maintenir dans la sous-classe des Hirudinées ? M. Føttinger ne le pense pas, parce que

1° Le système nerveux notamment ainsi que l'appareil urinaire (organes segmentaires) montre que la segmentation interne de *Hiridobdella* correspond à la segmentation des téguments.

2° Le tube digestif n'émet pas de cœcums latéraux comme chez les sangsues.

3° Il y a une région distincte constituant une véritable tête ; d'autre part, il n'y a pas de ventouses analogues à celles des sangsues.

4° Les sexes sont séparés, tandis que les Hirudinées sont hermaphrodites.

Pour ces motifs et d'autres encore, *Histriobdella* doit être distraite des Hirudinées et enclavée parmi les Annélides Chétopodes ; mais là elle ne peut certainement occuper qu'un échelon inférieur. Effectivement M. Fœttinger la soumet à une comparaison rigoureuse avec *Protodrilus*, l'un des représentants les plus rudimentaires de la famille des Archiannélides, et, chemin faisant, il trouve de très nombreuses ressemblances entre les deux genres ; aussi il range définitivement dans cette famille le parasite du homard, en modifiant légèrement son nom qui devient *Histriodrilus Benedensis*.

**La classification des Terebratulidæ (1).** — Dans le cours de ses études sur les Brachiopodes, M. Deslongchamps, arrivé aux Terebratulidæ qui contiennent les espèces du grand genre *Terebratula* d'autrefois, propose de remplacer leurs anciennes classifications ; son système semblera certainement plus naturel, car il ne se base pas seulement sur l'aspect extérieur ou sur l'appareil brachial, mais il combine ces caractères avec la forme du crochet et du foramen, avec la structure du manteau, et il tient compte surtout des métamorphoses de l'appareil brachial.

Avant de les exposer, il ne sera probablement pas sans utilité de rappeler brièvement les découvertes de M. Kowalevsky sur l'embryologie des Térébratules ; publiées en russe dans le Bulletin des naturalistes de Moscou (1874), elles n'ont jamais eu beaucoup de publicité. D'après lui, à un moment donné du développement, l'embryon des Térébratules est composé de trois segments consécutifs : le premier ou segment céphalique, en forme d'ombrelle, porte pendant un certain temps quatre taches pigmentaires qui sont des yeux ; puis vient le segment thoracique qui porte quatre faisceaux de soie ainsi que deux replis qui constituent les rudiments du manteau ; c'est lui qui donnera naissance à la coquille ; enfin le segment caudal qui deviendra le pédoncule de l'adulte et prendra part à la formation du crochet de la grande valve, du foramen, de l'aréa, du deltidium et des cloisons rostrales, tous organes que les zoologues et les paléontologistes consultent soigneusement pour établir les diagnoses.

(1) *Études critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus*, novembre 1884.

Quand les larves sont arrivées à la phase de fixation, quelle que soit la famille de l'adulte, elles se ressemblent toutes pendant quelque temps, au point qu'on ne distinguerait pas la future Térébratule de ce qui deviendra un Spirifer ou une Rhynchonelle.

Enfin le jeune brachiopode est sorti de l'état embryonnaire ; il semble qu'il doit avoir acquis ses caractères définitifs et qu'il ne se produira plus que des changements superficiels ; cette opinion, acceptée sans réserve pendant longtemps, est erronée — et elle a causé plusieurs confusions, — car MM. Frile, Douvillé et Deslongchamps ont constaté sur une seule et même espèce des modifications profondes notamment dans l'appareil de soutien des bras ou appareil apophysaire : ces métamorphoses sont tellement accentuées qu'une seule et même espèce peut rappeler successivement par son appareil brachial plusieurs genres bien différents.

Ainsi *Terebratula* ou mieux *Macandrevia cranium* présente d'abord un appareil semblable à celui du genre *Platidia* ou *Morissia* ; c'est l'état platidiforme ; puis il passe par l'état magadiforme, qui rappelle le genre *Magas* : à 5-6 millimètres survient l'état mégerliforme, à 7-8 millimètres l'état térébratelliforme, et enfin l'état définitif et immuable du genre Térébratule.

Chez d'autres espèces on surprend non seulement plusieurs des états qui viennent d'être dénommés, mais encore des étapes intermédiaires entre deux de ces états voisins ; il y a aussi des espèces, *Terebratella Spitzbergensis*, par exemple, dont le squelette brachial n'arrive jamais à l'état télébratuliforme.

Une telle série de métamorphoses, complète ou partielle, s'est observée chez *Terebratula* ou *Waldheimia septigera*, *Terebratella Spitzbergensis*, *Terebratula* ou *Waldheimia lenticularis*, *Terebratula sanguinea*.

A cause de ces complications, on n'a pas été sans tenir pour adultes des spécimens fossiles qui n'étaient que des individus surpris par la pétrification pendant qu'ils traversaient une phase de leur évolution : pour M. Deslongchamps, les noms d'*Atretia*, *Orthoidea*, *Waltonia* et d'autres encore proviennent de telles confusions.

Toutes ces phases se caractérisent, se transforment et disparaissent simplement par l'évolution des branches courantes, des branches récurrentes et des parties accessoires telles que les pointes, les ponts d'attache, etc., dont l'ensemble constitue le squelette apophysaire toujours dépendant de la valve dorsale.

Il ne faut pas croire cependant que l'existence de telles métamor-

phoses soit une loi générale applicable à tous les Térébratulidés ; il y en a tout un groupe dont l'appareil brachial une fois formé ne change plus de caractères ; il en va ainsi notamment pour *Terebratula* ou mieux *Liothyris vitrea*, *Terebratulina caput serpentis* et *Megerlea truncata*.

Une fois que le problème est débarrassé de cette source de confusions, M. Deslongchamps définit ainsi les Terebratulidæ : l'appareil brachial est formé de lamelles plus ou moins allongées qui se réunissent en formant une anse ou un anneau et qui n'adhèrent à la coquille que par les attaches cardinales et parfois par des lamelles reliées à un septum médian. La partie spiralée des bras est nulle ou rudimentaire.

De cette façon M. Deslongchamps écarte les Spiriferidæ, parce que les bras y ont une partie spiralée très développée ainsi qu'une charpente calcaire spirale pour la supporter, et les Rhynchonellidæ dont l'appareil brachial est constitué par deux simples lamelles libres l'une par rapport à l'autre, ainsi que les Argiopes et les Thécidées dont l'appareil apophysaire est rattaché au bord interne du pourtour des valves.

Ainsi limités, les Terebratulidæ se partagent en deux groupes :

1° L'appareil brachial, dans l'un, ne subit pas de métamorphoses, du moins profondes, jusqu'à l'âge adulte ; dans le manteau il y a des spicules calcaires blancs autour des organes de la circulation.

Principaux genres : *Liothyris*, *Terebratulina*, *Megerlea*, *Kraussinia*, *Platidia*.

Au point de vue géologique, la plupart des espèces sont relativement récentes, et en tout cas il n'y en avait pas avant le lias.

2° L'appareil brachial subit des transformations nombreuses désignées sous les noms d'états platidiforme, magadiforme, etc. ; il n'y a pas de spicules calcaires.

Ce groupe est plus riche en genres et sous-genres ; il comprend surtout *Terebratula* proprement dit, *Waldheimia*, *Zeilleria*, *Terebratella*, *Magas*. Quelques-uns étaient déjà représentés dans les mers paléozoïques ; la plupart appartiennent au terrain jurassique ; il y en a un petit nombre dans le crétacé, et d'autres vivent encore aujourd'hui. *Terebratula* et *Zeilleria* ont des représentants depuis l'ère paléozoïque jusque dans les mers actuelles.

**Les yeux des Chitonidæ (1).** — Si l'on se laissait guider simplement par l'aspect extérieur des animaux, on serait tenté de placer les Chitonidæ plutôt parmi les Annelés que parmi les Mollusques. En effet,

(1) *Quarterly Journal of microscopical science*, January 1885.

seuls parmi ceux-ci, ils possèdent la curieuse particularité d'avoir le test formé de plaques calcaires transversales, au nombre de huit, alignées les unes à la suite des autres comme des formations métamères ; ces plaques sont mobiles les unes sur les autres, si bien que l'animal dont elles recouvrent le dos peut se rouler en boule comme un cloporte ou un trilobite ; bref ce squelette rappelle assez bien, comme dit M. Claus, les arceaux du squelette dermique des Articulés. Les Chitons sont aplatis et parfaitement symétriques : leur organisation interne est relativement inférieure et les rapproche des Géphyriens.

Ils sont rangés parmi les Gastéropodes prosobranches placophores, et la Patelle est le genre le plus voisin.

Jusqu'ici tous les auteurs signalaient l'absence complète d'yeux chez les Chitons ; mais, en examinant des spécimens de *Schizochiton incisus* conservés dans l'alcool, M. Moseley a découvert des organes qui servent indubitablement à la vue, et qui sont même déjà assez spécialisés : ils sont situés sur l'organe qui est certes le dernier auquel on se serait adressé pour trouver des yeux, savoir la coquille. Ils s'y présentent sous l'aspect de petites taches arrondies ou ovales, réfractant fortement la lumière : il est rare qu'elles soient disséminées par îlots, mais l'immense majorité se dispose en traînées linéaires très régulières qui partent du sommet de chaque plaque et rayonnent dans deux directions, ou plus encore. Ainsi la plaque antérieure chez *Schizochiton incisus* porte six rangées d'yeux ; il y en a deux sur chaque plaque intermédiaire, et de nouveau six sur la plaque postérieure, de sorte qu'en adoptant une moyenne de 15 yeux par rangée, *Schizochiton* en posséderait 360, sans compter les yeux supplémentaires disséminés par places. Chez *Corephium aculeatum*, en ne comptant que les yeux formés le plus récemment et par conséquent les plus manifestes, il y en a 3000 sur la plaque antérieure seule et 8500 sur l'ensemble des autres.

Dans *Schizochiton incisus* les yeux sont situés sur des crêtes rayonnant des plaques, crêtes qui sont probablement formées par la fusion de tubercules ; chez *Acanthopleura spiniger*, et approximativement du moins chez *A. piceus* et *Corephium aculeatum*, ils sont disséminés autour de tubercules qui sont vraisemblablement destinés à les protéger contre les chocs ; les yeux sont enfoncés dans de petites dépressions de la surface chez *Tonicia inarmorata* et *Ornithochiton*.

Enfin les genres *Chiton*, *Chitonellus* et, très probablement, *Molpalia*, *Maugina*, *Lorica* et *Ischnochiton* en sont complètement dépourvus, semblables en cela à la Patelle.

C'est en vain que le savant professeur d'Oxford, aidé du D<sup>r</sup> Woodward, les a cherchés sur les Chitonidæ fossiles.

Quant aux dimensions, les yeux ont tantôt  $\frac{1}{175}$  de pouce en diamètre ; ailleurs ils ont  $\frac{1}{305}$ ,  $\frac{1}{400}$  ou  $\frac{1}{600}$  de pouce, et il y en a de plus petits encore.

Toutes les différences dans l'absence ou la présence des yeux, le nombre et l'arrangement des rangées pourront probablement dans la suite servir à la classification des Chitonidæ, problème bien difficile aujourd'hui.

Malgré la petitesse de ces organes, on peut y reconnaître une cornée calcaire en forme de verre de montre, se continuant avec les téguments ; au-dessous d'elle s'étend la capsule oculaire limitée par une paroi chitineuse et pigmentée qui s'infléchit sous la cornée en formant un véritable iris perforé d'une pupille centrale, derrière laquelle se voit un cristallin ; au fond de la capsule, qui a une apparence piriforme, s'étale la rétine représentée par une couche concave de bâtonnets courts mais très bien délimités ; enfin cette rétine est l'épanouissement du nerf optique qui traverse la coquille après être sorti du manteau.

Il est d'autant plus singulier que l'on n'ait jamais remarqué ces organes avant M. Moseley qu'à plusieurs reprises des naturalistes, Middendorf, W.-B. Carpenter, Marshall, Reincke, Van Bemmelen et B. Haller, ont étudié la coquille et les téguments ; mais leur attention n'avait été appelée que sur quelques faits.

Grâce à eux, du moins en partie, on sait que chaque coquille est formée de deux couches, le tegmentum et l'articulamentum ; entre leurs faces d'apposition règne un réseau de cordons mous, qui est alimenté par des tractus du même tissu provenant du manteau et traversant l'articulamentum ; d'autre part le plexus émet des branches ascendantes à travers le tegmentum, et ce sont ces dernières branches qui se rendent aux yeux, ainsi qu'à d'autres organes extrêmement nombreux désignés par Van Bemmelen sous le nom de « corps papilliformes » et que M. Moseley tente d'élucider.

Avant lui on pensait que les cordons mous qui traversent la masse solide de la coquille étaient tubuleux, formés simplement par le manteau et chargés d'un rôle respiratoire ; M. Moseley démontre au contraire que ce sont des nerfs ; il n'a pas pu malheureusement remonter jusqu'à leur origine, mais il soupçonne qu'ils proviennent des nerfs pariétaux ou branchiaux. Ces nerfs se rendent donc les uns aux yeux et les autres aux corps papilliformes contenus, comme eux, dans des

chambres creusées dans le tegmentum ; il y a deux espèces de ces derniers corps : les uns moins exigus, que M. Moseley appelle mégalæsthètes et les autres plus petits, qu'il nomme micræsthètes. Tous possèdent la même apparence fusiforme et la même structure, aussi l'auteur n'hésite pas à les identifier ; il suppose qu'ils pouvaient être projetés au dehors puis ramenés dans leurs cavités au travers des pores correspondants de la surface, les mégalopores et les micropores, et les regarde comme des organes spéciaux du toucher, qui tiendraient lieu des tentacules absents chez les Chitonidæ.

Enfin M. Moseley regarde les yeux comme n'étant que des modifications des mégalæsthètes et des micræsthètes.

**L'Haliotide** (1). — Parmi les très nombreuses formes de mollusques appartenant à la grande classe des Céphalophores et spécialement à l'ordre des Gastéropodes, l'Haliotide, appelée vulgairement Ormier, Ormeau ou Oreille de mer, est bien faite pour attirer l'attention. Les premiers observateurs jusqu'à d'Argenville et Adanson (1757) remarquent surtout sa coquille auriforme et son riche revêtement interne de nacre ; chose très curieuse, vers le bord gauche elle est perforée d'orifices circulaires formant une série curviligne, qui servent à établir une communication entre l'intérieur et la chambre respiratoire circonscrite par les deux lobes du manteau ; ainsi, quand l'animal applique exactement l'un contre l'autre et dans toute leur longueur les bords de ces lobes, la chambre respiratoire est hermétiquement fermée ; c'est ce que fait l'Haliotide quand elle se trouve dans un milieu nuisible tel que l'eau douce.

Mais en temps ordinaire l'Haliotide ne fait joindre les deux bords de la fente du manteau qu'à certaines distances, précisément dans les intervalles des trous, si bien que par ceux-ci il y a communication directe entre la chambre respiratoire et le milieu ambiant. L'origine de ces orifices est facile à saisir quand on sait que la coquille est sécrétée par le manteau qui sert de plafond à la chambre branchiale. L'animal grandit-il, un trou s'oblitére du côté du sommet de la coquille et il en faut un nouveau vers le bord : dans ce cas les bords de la fente palléale s'écartent à l'endroit choisi, où par conséquent le dépôt de matière coquillière ne se fera plus pendant quelque temps, et voilà une échancrure dans le bord en voie de formation ; pour qu'elle devienne un

(1) *Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides*, dissertation inaugurale, 1834.

trou définitif, il suffit que les deux bords de la fente palléale se rapprochent et se touchent au delà de l'échancrure, et se remettent à sécréter de la matière coquillière.

L'Haliotide doit son nom à l'aspect de sa coquille ; celle-ci est grande, aplatie ; l'ouverture en est très large et les premiers tours de spire sont très petits, ce qui fait qu'elle rappelle assez bien le pavillon de l'oreille.

Comme tous les Gastéropodes, l'Haliotide est fixée à sa coquille par un muscle qui prend chez elle des dimensions disproportionnées et s'insère, nouvelle particularité, sur le dernier tour de la coquille de telle façon que la masse viscérale se trouve tout naturellement rejetée à sa gauche, tandis que chez les Gastéropodes ordinaires elle est presque toujours sur le côté droit.

La grande plaque musculuse se divise en deux régions superposées, le pied et la collerette ou épipodium qui, porte des tentacules ainsi que de nombreux festons.

Quant à l'animal lui-même, c'est Cuvier qui en aborde l'anatomie générale ; après lui Lamarek, Lebert, Milne-Edwards et Lacaze-Duthiers font l'étude spéciale de différents appareils.

Malgré l'autorité de ces noms, il restait encore beaucoup de lacunes, qui sont heureusement comblées par l'excellente thèse de M. Wegman ; il a puisé les matériaux de son étude dans les laboratoires de Banyuls-sur-mer et de Roscoff.

*A. Organes de la digestion.* — Dans leur ensemble ils sont hautement différenciés. Ainsi la bouche seule contient deux plaques cornées triangulaires, les mâchoires supérieures, puis son plancher est armé d'un appareil extrêmement ingénieux et important appelé *radula* ou rape linguale. Elle a la forme d'une spatule ; en arrière elle est étroite et enfoncée dans un diverticule de la cavité buccale ; ce diverticule ne sert pas seulement de fourreau à la rape, mais c'est aussi à son intérieur que s'en forment les éléments constitutifs. Sur la surface de la spatule sont insérées de très nombreuses dents disposées en séries longitudinales dont l'une, le rachis, occupe la ligne médiane ; les autres dents se répètent à droite et à gauche sous forme de crochets, au nombre de trois : plus extérieurement viennent en grand nombre les *pleuræ*, pièces grêles recourbées à leur sommet en crochets aigus.

Le nombre et la disposition de ces pièces varient beaucoup suivant les genres et les espèces de Gastéropodes, elles fournissent un caractère très précieux aux classificateurs ; aussi il est d'usage de les résumer en

formule, comme on fait pour les dents des Mammifères. Ainsi chez l'Haliotide cette formule est :  $\infty + 3 + 2 + 1 + 2 + 3 + \infty$ .

Ce n'est là seulement que la partie passive de la radula : son rôle n'est efficace que si elle combine son action à celle des mâchoires supérieures ; dans ce but elle est sollicitée par de très nombreux muscles, les uns rétracteurs, d'autres protracteurs, etc. Grâce à ces muscles, non seulement l'appareil lingual peut être déplacé dans sa totalité, mais encore ses pièces passives peuvent aussi se mouvoir entre elles. Parmi les mouvements de ce bulbe buccal figure celui de latéralité, ressemblant aux mouvements masticatoires des Ruminants, et précisément l'Haliotide est herbivore.

Dans la cavité buccale s'ouvrent deux glandes salivaires assez petites.

Vient ensuite l'œsophage muni à son origine de deux poches latérales qui servent de réservoirs d'aliments ; mais, comme leur intérieur est tapissé de papilles manifestement glandulaires, on doit leur attribuer raisonnablement une part dans les phénomènes chimiques de la digestion.

L'œsophage proprement dit est revêtu d'un épithélium dont les cils vibratiles dirigent les aliments vers l'estomac, lequel n'offre rien de particulier. Entre l'estomac et l'intestin se trouve un cœcum en spirale, comme chez les Acéphales.

Quant à l'intestin, il possède, lui aussi, un épithélium vibratile dont le but est d'entretenir un courant vers l'anus : on peut le diviser en quatre régions ; c'est dans la première, qui est dilatée, que se déverse par différents orifices le liquide sécrété par le foie ; la troisième mérite le nom de rectum et traverse le cœur, comme chez les Acéphales et aussi chez de très rares Gastéropodes tels que Fissurelle et Émarginule ; enfin l'anus débouche dans la chambre palléale.

A cause de sa grande longueur, l'intestin doit décrire plusieurs circonvolutions : l'estomac et l'intestin sont d'ailleurs cachés presque partout par un foie énorme de couleur brune, recouvert lui-même en partie par la glande génitale.

D'une façon générale, on peut dire que les rapports du foie de l'Haliotide avec l'estomac et l'intestin rappellent les dispositions qu'on trouve chez les Lamellibranches ou Acéphales, plutôt que celles des autres Gastéropodes.

Le nom de foie donné à la glande volumineuse qui accompagne l'intestin des Gastéropodes est très mal choisi, car on n'est pas sûr que les matières colorantes qu'elle contient puissent être assimilées à

celles du foie des Vertébrés ; d'autre part, il résulte des expériences de MM. Krukenberg et Frédéricq que la sécrétion de cette glande présente généralement une réaction acide et contient plusieurs ferments inorganisés qui digèrent l'albumine et transforment l'amidon en sucre ; aussi M. Frédéricq ne peut-il mieux comparer le prétendu foie de la limace — et des autres Gastéropodes par conséquent — qu'au pancréas des Vertébrés.

*B. Organes de la respiration.* — Quelques Gastéropodes respirent simplement par la peau ; beaucoup possèdent des branchies ; d'autres ont des poumons, et quelques-uns ont simultanément les deux modes de respiration ; la forme et la situation des branchies présentent un intérêt capital pour la classification.

Quant à l'Haliotide, on la range parmi les Prosobranches, c'est-à-dire que les branchies y sont situées en avant de l'oreillette, qui précède elle-même le ventricule. Elles sont au nombre de deux, en forme de peignes, contenues dans une chambre spéciale formée par le manteau bilobé ; cette chambre est en même temps un véritable cloaque, car on y voit déboucher le rectum ainsi que différents canaux excréteurs.

La branchie de l'Haliotide consiste en une série nombreuse de feuilles branchiales, membranes triangulaires insérées sur un prolongement interne du manteau ; chaque branchie reçoit un vaisseau afférent, l'artère branchiale qui lui amène le sang à purifier ; puis, quand l'hématose est accomplie, le sang artériel est déversé dans un vaisseau efférent, la veine branchiale, qui le conduit jusque dans l'oreillette, puis dans le ventricule où il reçoit l'impulsion nécessaire à sa circulation ultérieure.

La disposition des vaisseaux indiquée globalement pour chaque branchie se répète en petit dans chaque feuille branchiale : le rameau afférent fourni par l'artère traverse le champ du feuillet et s'y épanouit en un réseau capillaire qui est le siège réel de l'hématose ; puis ce réseau se reconstitue en vaisseaux grêles qui débouchent dans la veine branchiale.

La structure de cette branchie ne peut pas servir de modèle pour celle des autres Gastéropodes, mais elle rappelle par plusieurs traits, notamment par la présence d'un squelette cartilagineux dans la branchie même, la constitution de la branchie des Acéphales.

Outre les deux branchies, on remarque encore dans la chambre respiratoire de l'Haliotide, et aussi chez les Mollusques les plus variés, deux petits organes symétriques dont la nature est encore énigmatique.

Ce sont deux petits renflements brunâtres qui se prolongent le long d'un des bords du support branchial. Le renflement est un ganglion, et le prolongement est un nerf ; aussi à la vue de cette composition des auteurs ont attribué à cet organe des fonctions sensorielles, et M. Spengel en fait l'appareil de l'olfaction des Mollusques ; placé toujours dans le voisinage immédiat de la branchie, il y exercerait un contrôle opportun sur les qualités de l'eau qui va la baigner.

M. Wegman, qui en a repris l'étude histologique, y trouve, outre le ganglion et les nerfs, d'autres éléments disposés de telle façon qu'il les regarde simplement comme des *branchies rudimentaires*, et la présence de nombreux ramuscules nerveux ne l'empêche pas de refuser absolument tout rôle olfactif à cet organe ; car, dit-il, les vraies branchies contiennent aussi des nerfs. Si toute cette interprétation est exacte, elle fournit une nouvelle analogie avec les Lamelli-branches, car ceux-ci possèdent deux paires de branchies ; chez l'Haliotide les deux branchies externes, d'après M. Wegman, auraient avorté et ne seraient plus représentées que par ces rudiments.

*C. Organes de l'excrétion.* — Dans la généralité des Gastéropodes l'excrétion se fait par un organe unique, généralement de couleur rouge ou brune, situé à droite de l'animal ; c'est le rein ou organe de Bojanus.

Au contraire, le rein est double et symétrique chez les Acéphales.

L'Haliotide, encore une fois, rappelle en même temps les deux dispositions, car d'une part elle possède deux organes de Bojanus, mais d'un autre côté la symétrie est loin d'être parfaite. En effet, le rein droit est beaucoup plus volumineux que le gauche ; puis celui-ci communique par un pore bien évident avec la cavité péricardique, ce qui ne se présente pas à droite. La structure des deux est essentiellement identique ; pourtant il est facile de voir que l'activité du sac bojanien gauche est diminuée, car à son intérieur les granulations du tissu sont moins nombreuses et plus petites ; or ces granulations sont précisément l'élément caractéristique du rein, car elles contiennent notamment de l'acide urique.

La structure de ces reins est tellement spongieuse qu'on peut dire qu'ils ne sont qu'un vaste réseau de vaisseaux sanguins tapissés extérieurement d'une lame de tissu sécréteur.

Chaque organe de Bojanus s'ouvre dans la chambre branchiale, près du rectum.

Si l'on compare ensuite les reins de l'Haliotide à ceux des Acéphales,

on trouvera sensiblement les mêmes rapports ; son rein gauche correspond complètement au rein gauche de l'Acéphale et, malgré les dissemblances superficielles, il en est de même à droite, ne fût-ce que par le fait que le rein droit de l'Haliotide reçoit dans sa cavité, puis conduit au dehors les produits génitaux, ainsi que cela se passe chez les Spondyles, les Limas et les Peignes. On pourrait encore ajouter que le rein droit de l'Haliotide est intercalé, comme le corps de Bojanus des Acéphales, sur le passage du sang veineux vers l'organe de la respiration.

*D. Organes de la sécrétion.* — Parmi ceux-ci doit se ranger une grande masse blanche qui s'étend sur le côté gauche, envahissant même à un certain niveau presque toute la largeur du Mollusque ; on la nomme la glande de la mucosité, parce qu'elle fabrique une grande quantité d'un mucus qui peut rendre l'eau sirupeuse à une assez grande distance, peut-être pour empêcher que de petits animalcules ne s'introduisent par surprise dans la chambre respiratoire.

Cette glande peut-elle être identifiée avec une autre glande de Gastéropode ?

M. Wegman, s'appuyant sur son histologie, pense qu'elle représente la glande à pourpre des Murex et des Purpurea. M. de Lacaze-Duthiers a d'ailleurs montré la présence d'une glande purpurigène chez des Mollusques qui ne fabriquent pas de pourpre (Turbo, Trochus, Buccinum, Bulla, les Limaçons).

*E. Organes de la reproduction.* — Cuvier pensait que l'Ormeau était hermaphrodite ; dans son mémoire, il parle de l'ovaire « caché en partie dans l'épaisseur du foie », et il dit y trouver des ilots qu'il regarde comme les organes mâles. Rien de cela n'est exact, car les sexes sont séparés chez les Haliotides.

A vrai dire, le testicule et l'ovaire commencent par se ressembler absolument, non seulement par des caractères extérieurs, mais encore par leur histologie, et il n'y a qu'un examen microscopique attentif qui permette d'établir la distinction ; plus tard pourtant elle est rendue plus facile par la couleur des produits arrivés à maturité.

Quoi qu'il en soit, les glandes génitales, mâle ou femelle, sont des glandes en grappe, envahissant la surface de la plupart des viscères et se blottissant dans leurs interstices ; il n'y a pas de glandes annexes ni de canal déférent, contrairement aux autres Gastéropodes ; l'expulsion des produits ne peut donc se faire que par l'orifice du sac bojanien de droite et, par suite, la fécondation est abandonnée au hasard.

Encore une fois, par l'absence d'organes copulateurs et de glandes accessoires, l'Haliotide se rapproche des Mollusques acéphales avec cette différence toutefois qu'elle possède une seule glande asymétrique, tandis que chez les Acéphales, monoïques ou dioïques, la symétrie règne.

*F. Système nerveux et organes des sens.* — Le système nerveux de l'Ormeau comprend, comme celui des autres Gastéropodes, une masse ganglionnaire sus-œsophagienne, les ganglions cérébroïdes ; sous l'œsophage le collier est complété par les ganglions pédieux qui fournissent surtout des rameaux aux muscles du pied, et par les ganglions viscéraux ; en cela il présente la composition ordinaire, mais il s'en écarte par le fait que les ganglions pédieux s'allongent considérablement en deux longs cordons parallèles réunis par des commissures transversales, si bien que l'ensemble rappelle la chaîne nerveuse abdominale des Annélides et des Arthropodes.

Le toucher s'exerce par les quatre tentacules de la tête ; deux sont en même temps olfactifs et les deux autres supportent les yeux : trois autres tentacules, dépendant du manteau ainsi que les nombreux filaments qui ornent la collerette, interviennent aussi dans la sensibilité générale. En effet, dans toutes ces formations règne la même structure : des éléments musculaires entre lesquels se glisse un rameau nerveux, le tout enveloppé par un épithélium riche en petites papilles, destinées évidemment à recueillir des impressions tactiles.

L'Haliotide, comme tous les autres Gastéropodes sauf le Chiton (1), possède deux yeux situés sur la paire postérieure des tentacules céphaliques. On y reconnaît une cornée, un cristallin globuleux, un corps vitré, une rétine avec trois couches cellulaires, parmi lesquelles se trouvent des bâtonnets et un nerf spécial.

C'est à M. de Lacaze-Duthiers surtout que revient l'honneur d'avoir découvert et étudié les organes auditifs ou otoïstes des Gastéropodes. Ils sont au nombre de deux, en forme de vésicules, qui reposent sur les ganglions pédieux, mais qui en réalité reçoivent leurs nerfs des ganglions cérébroïdes, les centres par excellence de la sensibilité. Malheureusement, chez l'Haliotide, M. Wegman n'a pas pu, comme ses prédécesseurs d'ailleurs, retrouver le nerf acoustique jusqu'au cerveau.

*G. Circulation.* — Comme celui de ses congénères, le sang de l'or-

(1) Cela n'empêche pas le Chiton ou mieux plusieurs Chitonidæ de posséder des yeux disposés d'une autre façon, ainsi que nous l'apprend le travail de M. Moseley analysé plus haut.

mier, transparent et légèrement bleuâtre, contient des corpuscules incolores possédant chacun un noyau.

Le cœur est un véritable cœur d'Acéphale, car il comprend deux oreillettes, et non pas une oreillette unique; chacune reçoit une veine afférente venant de la branchie correspondante, puis elle s'ouvre dans un *ventricule traversé par le rectum*; cet appareil central est suspendu dans le péricarde. La particularité de posséder trois cavités, qu'elle partage avec quelques autres Gastéropodes tels que Fissurelle et Émarginule, est encore bien digne d'attention.

Voyons maintenant quelle position prendra l'Haliotide au point de vue des vaisseaux qui partent du cœur.

Or, chez les Gastéropodes typiques le ventricule émet une seule artère, l'aorte, qui se divise bientôt en deux troncs, l'un se rendant à la tête et au pied, l'autre se distribuant aux viscères.

Chez les Acéphales ou Lamelibranches, il y a au contraire deux aortes; l'une part de l'extrémité antérieure du ventricule, et l'autre de l'extrémité postérieure.

Répétons-le donc, il y a chez l'Haliotide, si l'on peut s'exprimer ainsi, un mélange de caractères d'Acéphale et de Gastéropode. En effet, le ventricule, en arrière et en bas, donne un court tronc aortique, qui se divise presque immédiatement en une aorte supérieure destinée à la tête et une aorte inférieure se distribuant aux viscères; c'est là, comme dit M. Wegman, le côté « gastéropode » du cœur de l'Haliotide. En haut et en avant, il sort aussi du ventricule une petite artère qui se distribue au manteau, l'artère palléale; physiologiquement on ne peut pas l'assimiler à l'aorte supérieure des Acéphales, mais l'apparence « lamelibranche » du cœur de l'Ormier est ainsi complétée.

Il serait inutile et fastidieux d'exposer sans figures le cours détaillé de chacune de ces artères; qu'il suffise de dire qu'ils finissent par se résoudre en branches très fines, qui s'épanouissent en lacunes interstitielles petites et grandes qu'on appelle sinus veineux, car il est à noter que chez les Mollusques le système vasculaire n'est jamais clos dans tout son trajet.

Dans la généralité des Gastéropodes, le sang veineux, avant de revenir au cœur, se partage en trois courants: l'un se déverse dans les branchies, y subit l'hématose, puis tombe dans le cœur par les vaisseaux efférents; une certaine quantité arrive immédiatement dans ces derniers sans avoir traversé les branchies, donc sans s'être artérialisé, et enfin une troisième portion passe par l'organe de Bojanus et de

là se dirige dans les vaisseaux efférents des branchies sans avoir circulé dans celles-ci.

Or l'Haliotide ne se conforme pas à ce schéma. Il y a pourtant, comme chez les autres Gastéropodes et même comme chez les Acéphales, une portion de sang veineux qui ne passe ni par l'organe d'épuration rénal, ni par les branchies, et qui pourtant se déverse dans les oreillettes avec le sang hématosé ; or c'est précisément le sang qui a circulé dans le manteau, notamment dans un réseau lacunaire délicat compris dans son épaisseur, baigné par conséquent par l'eau de la chambre respiratoire. Un tel concours de circonstances autorise peut-être à croire que le manteau exerce une faible action respiratoire.

Mais — et c'est en ceci que l'Haliotide s'écarte encore des Gastéropodes — la plus grande quantité du sang veineux, celle qui vient de la plupart des viscères, de la tête, du pied et de la collerette, s'accumule dans un vaste sinus, traverse l'organe de Bojanus droit, y subit une première épuration, puis se déverse seulement dans les branchies. C'est ce que nous exprimions déjà plus haut en disant que l'organe de Bojanus droit est intercalé dans le passage du sang veineux vers la branchie. Une telle disposition ne se rencontre jamais chez les Gastéropodes, tandis qu'elle est propre aux Acéphales.

Quant à la circulation veineuse du rein gauche, il suffira de dire qu'elle rappelle les Acéphales et, en tout cas, qu'elle n'existe pas chez les autres Gastéropodes.

*Conclusion.* L'impression qui résulte pour M. Wegman de toutes les particularités qu'il a relevées dans l'Haliotide, c'est qu'elle est « en quelque sorte un être double, à la fois Gastéropode et Acéphale. »

On comprendra encore mieux l'Haliotide, quand on aura suivi de près son développement embryologique, et aussi quand on connaîtra d'une façon approfondie l'anatomie de ses voisins immédiats, la Patelle, l'Émarginule et la Fissurelle.

Puissions-nous donc avoir bientôt le travail de M. Wegman sur la Patelle.

Nous avons résumé dans le tableau suivant les principales particularités qui assignent à l'Ormeau une position systématique intermédiaire entre les Acéphales et les Gastéropodes.

*Acéphales.**Haliotide.**Gastéropodes.*

Il y a un cœcum entre l'estomac et l'intestin.

Le tube digestif est cilié dans la plus grande partie de son trajet.

Les organes de Bojanus, les oreillettes et les branchies sont symétriques.

Il y a quatre branchies.

Le rectum traverse le ventricule.

Il y a deux aortes.

Les produits génitaux sont éliminés par l'intermédiaire de l'organe de Bojanus droit.

Il y a un cœcum.....

Le tube digestif est cilié.....

Comme chez les Acéphales.

Deux branchies seulement; en outre deux rudiments branchiaux.

Le rectum traverse le ventricule.

Il y a deux aortes.

Même disposition que chez les Acéphales.

Pas de cœcum.

Le tube digestif n'est pas cilié.

L'organe de Bojanus, l'oreillette et les branchies sont asymétriques.

Ordinairement il n'y a que deux branchies, dont la gauche s'atrophie généralement.

Le rectum ne passe pas dans le ventricule.

Une seule aorte.

Il y a des canaux excréteurs propres aux glandes sexuelles.

### La force absolue des muscles adducteurs des Lamellibranches (1).

— Sur la face interne des coquilles des Lamellibranches on voit, parmi d'autres impressions, des taches circulaires qui sont déterminées par l'insertion de muscles placés transversalement par rapport au corps du mollusque; ces muscles, destinés à produire et à régler l'ouverture et la fermeture des valves, ont reçu le nom d'adducteurs.

Tout concorde à faire croire que les Bivalves possèdent une force musculaire considérable; La Fontaine l'a même fait intervenir dans une de ses fables.

Les matelots prétendent que les grands bénitiers (*Tridacna gigas* de l'Océan Indien) peuvent couper les câbles d'une ancre entre les bords dentelés de leurs valves. Chez une *Mya* vivante, après avoir cassé un petit fragment de la coquille, M. Plateau a vu les valves se briser bruyamment, tant était énergique la traction des adducteurs.

Cette grande force musculaire, si surprenante chez des animaux mous, a sollicité la curiosité de plusieurs savants; autrefois M. Vaillant et M. Coutance l'ont soumise à des expériences qui étaient malheureusement incomplètes et dont les résultats sont erronés, car ils se contentaient des chiffres bruts que leur donnaient les observations, sans les corriger et les uniformiser par les lois de la mécanique.

Au contraire, M. Plateau s'est entouré des précautions les plus

(1) *Archives de zoologie expérimentale et générale*, septembre 1884.

minutieuses ; aussi son étude est-elle aussi sagace, complète et précise qu'intéressante. Ses procédés sont pourtant bien simples ; au moyen de la lime il use une petite région des bords libres des valves, vis-à-vis du muscle adducteur unique (Acéphales monomyaires) ou entre les deux adducteurs (dimyaires), et il introduit entre les valves, respectivement contre chacune d'elles, les extrémités recourbées à angles droits de deux lames ; la première, qui tient la valve supérieure, se relève, puis à l'autre bout se recourbe en crochet pour s'attacher à un support quelconque, maintenant ainsi le mollusque dans une situation horizontale ; l'autre lame, qui tire au contraire sur la valve inférieure, descend et se recourbe aussi en un crochet auquel on attache un plateau ; sur celui-ci se mettent les poids gradués et la grenaille de plomb destinés à faire ouvrir la coquille.

Instinctivement, le mollusque placé dans ces conditions contracte ses adducteurs pour fermer hermétiquement sa coquille ; mais, en ajoutant des poids, puis de la grenaille, on finit par équilibrer la force de contraction des adducteurs et les valves commencent à s'entr'ouvrir. M. Plateau se contente de les faire bailler nettement d'un millimètre.

Une fois ce résultat obtenu, il pèse la lame d'acier inférieure, le plateau, les poids et la grenaille, et il arrive à des chiffres réellement surprenants. L'huitre pied de cheval ne s'ouvre que sous l'influence de 17 kilogrammes ; il faut 5026 grammes pour l'huitre comestible, 3 kilogrammes pour la moule, et 184 grammes pour le Couteau ou Solen.

Mais ces chiffres sont seulement des points de départ. En effet, il est nécessaire de tenir compte de l'élasticité du ligament de la charnière, que M. Plateau trouve au moyen d'une nouvelle expérience : or elle est représentée par un poids qui est loin d'être négligeable ; ainsi pour l'huitre comestible c'est 320 grammes, pour la Mya 620, et pour la moule 1050 grammes, quantités qu'il faut ajouter respectivement aux chiffres obtenus en premier lieu. M. Plateau fait encore entrer dans ses calculs le poids du mollusque, puis le poids de la valve placée inférieurement dans ses expériences, et en additionnant toutes ces valeurs représentées en grammes à la somme obtenue plus haut, il arrive à connaître le poids total amenant les deux valves à s'écarter, c'est-à-dire le poids qui représente la force de contraction des adducteurs.

Ce n'est pas tout encore. On se trouve ici devant un exemple du levier du troisième genre ; la puissance, c'est la force de contraction des muscles ; le point d'appui est situé dans la région de la charnière

et la résistance c'est le poids qui détermine l'entrebâillement de la coquille ; ces données étant connues on détermine facilement, soit chez un Monomyaire, soit chez un Dimyaire, le bras de levier de la puissance et celui de la résistance.

Or il faut multiplier le poids global signalé plus haut par le rapport des deux bras de levier, rapport qui est souvent notable.

Une fois cette multiplication faite, le résultat représente mathématiquement le poids équivalent à la force de contraction des adducteurs.

Ces recherches et ces calculs, M. Plateau les a faits sur de nombreux individus appartenant à une vingtaine de genres et espèces, parmi lesquels nous remarquons *Ostrea hippopus*, *Pecten*, *Mytilus*, *Unio*, *Anodonte*, *Cardium*, *Mactre*, *Mya*, *Solen*.

Mais, pour que tous ces mollusques soient légitimement comparables entre eux au point de vue de la force absolue de leurs adducteurs, M. Plateau a soin de diviser chacun de ses derniers résultats par le nombre de millimètres carrés que contient la section des muscles du mollusque auquel se rapporte le résultat.

Nous extrayons de ce très intéressant travail de physiologie comparée de notre savant compatriote quelques chiffres qui permettent de comparer la force absolue des Lamellibranches — exprimée en grammes et pour une section d'un centimètre carré — à celle des vertébrés :

<i>Homme.</i>	<i>Lamellibranches.</i>
Muscles du mollet 9 000 à 10 000	Vénus . . . . . 12 431
Fléchisseurs de la jambe 7 780	Mytilus . . . . . 7 984
Fléchisseurs du bras gauche 6 670	Ostrea hippopus . . . . . 6 365
<i>Grenouille.</i>	
Grand adducteur et demi-membraneux. . . . . 2 800 à 3 000	Pecten . . . . . 3 786
	Cardium . . . . . 2 856
	Solen . . . . . 1 953

Il résulte de cette comparaison qu'en réalité la force musculaire des Acéphales n'est pas disproportionnée avec leur taille et leur organisation, et qu'ils ne sont pas privilégiés sous ce rapport vis-à-vis des vertébrés.

A. BUISSERET.

# NOTES

---

*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, tome C ; janvier, février, mars 1885.

N° 1. **Dessaignes**, le chimiste, est mort le 5 janvier 1885. Ses recherches s'étaient tournées surtout vers l'étude des acides organiques que l'on rencontre dans les êtres vivants et de leurs dérivés : acides hippurique, benzoïque, tartrique, malonique (ce dernier découvert par lui). **Hébert** attribue les récents tremblements de terre en Espagne à l'état d'équilibre instable d'une large bande comprise entre la Méditerranée au sud et une ligne partant de Séville, passant par Cordoue, Linarès, Albacete, pour aboutir à Valence. Les couches secondaires et tertiaires dont le sol est formé sont plissées, contournées, brisées par de nombreuses failles, et souvent traversées par des roches éruptives anciennes et modernes, entre autres, le basalte. Les îles Baléares font partie de la même bande ; elles présentent sur leurs côtes, au sud et au nord, des fractures analogues ; et l'on sait d'ailleurs qu'il y existe, à plus de 80 mètres au-dessus de la mer, du terrain quaternaire marin, en couches horizontales. Les Baléares ont donc, depuis la période quaternaire, été exhaussées de cent mètres. **O. Calandreau** (aussi n° 3) après M. Tisserand, donne de nouvelles preuves que les principales hypothèses proposées jusqu'ici pour la loi des densités

à l'intérieur de la Terre, sont difficilement conciliables avec les données de la précession et de la nutation, au moins, en adoptant l'aplatissement  $1/293,5$  fourni par les recherches les plus récentes. **Van der Plaats**. Nouvelles déterminations de poids atomiques ; C = 12,00285, P = 30,975, Sn = 118,074 (en supposant O = 16, Ag = 107,93), Zn = 65,18. **L. Henry** : Les points de fusion pour les acides de la série oxalique contenant un nombre pair d'atomes de carbone sont respectivement, pour l'acide oxalique  $212^{\circ}$ , pour l'acide succinique  $180^{\circ}$ , pour l'acide adipique  $148^{\circ}$ , de manière que la différence est  $32^{\circ}$  en moins pour deux C H<sub>2</sub> de plus ; il en est à peu près de même pour les acides malonique (qui fond à  $132^{\circ}$ ) et pyrotartrique normal (qui fond à  $97^{\circ}5$ ) contenant un nombre impair d'atomes de carbone. Mais, quand on passe d'un acide pair à l'acide impair contenant CH<sub>2</sub> de plus, de l'acide oxalique C<sub>2</sub> H<sub>2</sub> O<sub>4</sub>, par exemple à l'acide malonique, le point de fusion descend d'environ 80 degrés. **Duclaux**. La germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes, semble se faire aux dépens de la graine seule, comme si les matières organiques étaient absentes. **Renault** et **Zeller** ont trouvé un véritable *Equisetum* dans le terrain houiller supérieur de Commentry, **Ed. Bureau**, dans la partie la plus élevée du terrain houiller inférieur de Beaulieu (Maine-et-Loire). Auparavant, on ne connaissait de véritable *Equisetum* qu'au-dessous du terrain triasique, où ce genre est représenté par des espèces presque arborescentes. **Angot** a trouvé, comme **Quelet**, que les phénomènes de végétation sont retardés de quatre jours par cent mètres de plus d'altitude. Le retour de l'Hirondelle et de la Bécasse est retardé de deux jours par cette même différence.

N<sup>o</sup> 2. **Duclaux** : La lumière du soleil diminue la vitalité de certains microbes. **A. Barthélemy** : Il existe chez les Insectes une forme larvaire générale, la chenille, dont la bouche se rapproche des appendices de la forme Nauplius et des appendices voisins de la bouche chez les Crustacés inférieurs. L'étude des modifications de ces organes communs chez les formes intermédiaires, nymphes et chrysalides, doit précéder celle de ces mêmes organes chez les insectes parfaits. **Daubrée** : Les tremblements de terre actuels en Espagne ne sont pas des phénomènes isolés, mais la continuation d'une longue série de phénomènes analogues, qui ont attristé la même région et les régions voisines.

N<sup>o</sup> 3. **E. Rivière** a fait la statistique de l'épidémie cholérique du 4 décembre 1884 au 15 janvier 1885 ; il en résulte qu'elle a été très peu grave, au point de vue du nombre des cas et peu meurtrière ;

dans les hôpitaux de Paris, il y a eu seulement 55 pour cent des décès. **R. Wolf**, interprétant les derniers résultats de la statistique des taches solaires, prétend qu'ils prouvent définitivement l'intime relation qui subsiste entre les phénomènes solaires et les mouvements de l'aiguille aimantée. **Faye** fait remarquer que l'époque du maximum des taches solaires admise par Wolf ne coïncide pas avec l'époque du maximum réel, mais avec celle d'un maximum fictif obtenu par un procédé assez arbitraire. **A. Gorgeu** : Le suroxyde de cobalt  $\text{Co}_3\text{O}_4$  et le peroxyde de manganèse  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  ne sont pas isomorphes. **Duclaux** a des microbes dont la vitalité a persisté pendant vingt-cinq ans, surtout parmi ceux qui ont été conservés dans des liquides faiblement alcalins. **Narducci** vient de publier dans le *Bullettino* du prince Boncompagni, la majeure partie du *Traité de la sphère*, ou Cosmographie, de Bartholomeo de Parme, auteur du treizième siècle. Cet ouvrage présente un tableau des connaissances astronomiques et physiques de l'époque, et prouve que l'astronomie était cultivée pour elle-même, indépendamment de l'astrologie judiciaire.

N° 4. **Berthelot** : La thermochimie explique les propriétés diverses du tournesol et des autres réactifs colorants. **Obrecht** : La parallaxe du Soleil, déduite des observations faites par MM. Baille et Gabriel sur les épreuves daguerriennes du passage de Vénus en 1874, est égale à 8 secondes 80, avec une erreur probable de 3 centièmes de secondes ; **Bouquet de la Grye** avait trouvé 8,86 avec une erreur probable de 6 centièmes. **Germain Sée** fait observer qu'il y a lieu de distinguer l'hypertrophie vraie du cœur qui se rencontre souvent dans la période de croissance de 16 à 21 ans, de la dilatation du cœur produite chez les enfants plus jeunes soumis à un travail corporel ou intellectuel au-dessus de leurs forces.

N° 5. **Dieulafait** : Les cendres des Équisétacées contiennent près de 12 pour cent de sulfate de potasse et près de 14 de sulfate de chaux. Ce fait suffit pour expliquer la présence dans la houille de grandes quantités de soufre et de sulfate de chaux. **Laur** attribue les éruptions volcaniques aux dépressions barométriques, qui produisent une dissociation de la vapeur d'eau qui imbibe les roches profondes, d'avec ces roches mêmes. **Dupuy de Lome**, né le 15 octobre 1816 à Ploërmour, près de Lorient, est mort à Paris, le 1<sup>er</sup> février 1885. C'était l'ingénieur de la marine le plus distingué de France ; on lui doit la transformation de la marine à roues en marine à hélice et la création de la marine cuirassée française. Il est aussi l'inventeur du premier aérostat dirigeable.

N<sup>o</sup> 6. **Berthelot** résume ainsi les conclusions à tirer d'expériences nombreuses sur la vitesse de propagation de la détonation dans les matières explosives solides et liquides : cette vitesse croît avec la densité des chargements, avec le diamètre des tubes employés, probablement aussi avec la résistance de l'enveloppe. La vitesse est à peu près la même pour un tube droit et pour un tube sinueux. **A. Gaudry**, ayant pu étudier un squelette presque complet d'Hyène des cavernes (*Hyæna spelæa*), a reconnu que c'est une variété un peu massive de l'Hyène tachetée (*H. crocuta*), opinion à laquelle est aussi arrivé **Boyd Dawkins**, qui a étudié avec soin les animaux quaternaires de la Grande-Bretagne. **Brehm** prétend que l'Hyène tachetée se rencontre en Abyssinie à 4000 mètres d'altitude, de sorte qu'elle a pu autrefois s'accommoder aux changements de climat. **Olzowski** est arrivé par de nouvelles expériences aux conclusions suivantes sur la solidification de l'azote, du protoxyde d'azote et de l'oxygène : 1<sup>o</sup> L'azote se solidifie à 214 degrés sous zéro, la pression étant de 60 millimètres ; sous une pression de 4 millimètres seulement, le thermomètre à hydrogène est descendu à 225 degrés sous zéro. 2<sup>o</sup> Le protoxyde d'azote se solidifie à 207 degrés sous zéro, la pression étant de 100 millimètres. 3<sup>o</sup> L'oxygène à 211,5 degrés sous zéro et sous pression de 9 millimètres est encore liquide ; il l'est encore quand la pression n'est plus que de 4 millimètres et la température beaucoup plus basse encore. **A. Charpentier** : De nouvelles expériences sur la perception différentielle dans le cas des éclairages ordinaires prouvent que la loi psychophysique n'est pas vraie pour l'œil, dans les conditions ordinaires où s'exerce la vision. **G. Sée et Bochefontaine** : L'action toxique du sulfate de cinchonamine est environ six fois plus grande que celle de la quinine, de la cinchonidine et de la cinchonine. **Konbassoff** a constaté expérimentalement que le passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus est un fait positif et constant, contrairement à ce que l'on croyait autrefois. **Arloing** : La lumière semble n'avoir pas grande influence sur le développement du *Bacillus anthracis*. **Bourceret** prétend avoir découvert de nombreuses veines à la plante du pied, formant au moins les deux tiers des veines superficielles de cette partie du corps. Elles ont toujours échappé à l'observation, parce qu'on enlève presque toujours avec la peau la couche vasculaire qu'elles forment. **P. Fischer** vient de découvrir un mollusque pulmoné terrestre dans le terrain permien de Saône-et-Loire : en Amérique, on a trouvé, depuis 1853, seulement sept autres mollusques pulmonés terrestres dans les terrains primaires. **Macpherson** confirme les vues de M. Hébert sur la

cause des tremblements de terre en Espagne : la structure géologique du pays a joué, dans le phénomène, un rôle de première importance.

N<sup>o</sup> 7. **Menabrea**, résumant ses travaux et ceux de MM. Baille et Cornu sur la densité de la terre, conclut qu'elle est presque certainement comprise entre 5.4 et 5.6 (Newton avait trouvé entre 5 et 6) : mais il fait remarquer qu'il y aura lieu de tenir compte, dans les corrections ultérieures à faire subir à ces résultats, de la différence qui existe entre les différents méridiens terrestres. **A. Witz** : Le pouvoir calorifique du gaz d'éclairage dilué dans dix volumes d'air est plus grand de 2,5 pour cent que s'il est dilué dans six volumes d'air. **Dieulafait** : Les substances métallifères du Plateau Central de la France et, en particulier, celles des Cévennes, sont des substances extraites par les eaux marines des roches de la formation primordiale. **Venukoff** : D'après les résultats recueillis par Sokoloff concernant la formation des dunes, celles-ci sont essentiellement instables et envahissantes dans les pays à climat sec. Des vents très faibles emportent et dispersent le sable sur des étendues énormes aux dépens de la végétation et de la culture. Sokoloff a d'ailleurs trouvé presque partout, dans les déserts sablonneux, à des profondeurs suffisantes, une couche contenant de l'eau : cette couche ne se rencontre pas dans les steppes rocailleuses ou argileuses. Le même phénomène a été constaté au Sahara.

N<sup>o</sup> 8. **Rolland** résume les travaux des académiciens morts en 1884, Dumas (14 juillet 1800—11 avril 1884), Wurtz (26 novembre 1817—12 mai 1884), du Moncel (1821—26 mai 1884) et P. Thénard (6 octobre 1817—8 août 1884), et donne un aperçu des découvertes scientifiques les plus remarquables de cette année (direction des aérostats, vaccination contre la rage). Divers prix ont été décernés par l'Académie : à **M. du Rocher du Quengo** pour son invention d'une hélice marine à génératrice en spirale équiangle de 22 degrés ; à **M. Ginzell** pour la détermination nouvelle et plus précise faite par lui de la valeur numérique de l'accélération séculaire de la lune, valeur qui confirme le désaccord entre la théorie et l'observation trouvé autrefois par Adams et ensuite par Delaunay ; à **M. Marion** pour ses études sur la faune méditerranéenne : la Méditerranée contient dans ses eaux des genres indiens, africains, atlantiques et même des formes boréales : mais elle a une faune très pauvre dans ses parties profondes, parce que le seuil du canal de Gibraltar est trop élevé pour laisser passer les eaux froides de l'Atlantique ; à **M. Testut** pour un ouvrage sur les anomalies musculaires chez l'homme, où il prouve qu'elles se retrouvent toutes à l'état normal chez les singes ou d'autres

animaux : à M. **Marsaut** pour une lampe de mineur supérieure à celle de Mueseler, parce qu'elle ne s'éteint pas quand on l'incline et n'allume pas les mélanges explosifs, même quand elle est en mouvement. Une mention honorable a été accordée à M. **Bloch** pour ses recherches sur la *vitesse du courant nerveux sensitif*. Il a trouvé que cette vitesse est de 132 mètres par seconde (un peu plus rapide pour l'audition et surtout pour la vision que pour le toucher).

N° 9. **Berthelot** vient de publier un ouvrage intitulé : *Les origines de l'Alchimie* (Paris, Steinheil). fait sur les sources gréco-égyptiennes. L'alchimie, dit-il, est une science demi-positive, demi-chimérique, formée par la lente accumulation des découvertes pratiques de la métallurgie, de la céramique, de la matière médicale et des industries de toutes sortes. **Faye** reconnaît que les dernières anomalies observées à la fois dans l'arrivée du dernier maximum des taches solaires et dans les variations de l'aiguille aimantée le forcent à admettre la liaison de ces deux sortes de phénomènes. Les anomalies en question s'expliquent peut-être par l'indépendance relative des deux hémisphères solaires au point de vue des mouvements cycloniques (taches, etc.) qui s'y produisent. **Amagat** a obtenu de l'oxygène gazeux dont la densité, sous une pression énorme, à la température de 17°, était 1,25 par l'apport à l'eau. Dans ses expériences, le mercure soumis à une pression de 4000 atmosphères a traversé des parois d'acier de 8 centimètres d'épaisseur. **Gréhaut** et **Quinquand**, ayant mesuré la pression nécessaire pour déterminer la rupture des vaisseaux sanguins, ont reconnu qu'il faut de 30 à 50 fois la pression qu'ils supportent normalement. **De Rochebrune**. Les Maures et les Pouls de la Sénégambie ont une race de bœufs ayant une troisième corne supplémentaire, identique aux cornes frontales par sa nature et son développement et située sur la région nasale. Ces peuples pratiquent, à l'endroit même où vient cette corne, l'inoculation préventive de la pleuropneumonie épizootique. **Renault** et **Zeiller** signalent à Commeny des Mousses de l'époque houillère (en empreintes); jusqu'ici on n'avait pas admis l'existence de mousses plus bas que dans le lias.

N° 10. **A. Serret**, né le 30 août 1819, est mort le 2 mars 1885. Son principal ouvrage est le *Cours d'Algèbre supérieure*, résumé à la fois de ses meilleurs travaux et de ceux de ses devanciers sur la théorie des équations. **De Jonquières** signale diverses particularités peu connues du phénomène des marées : il y a des endroits où l'influence lunaire est nulle : il n'y a qu'une marée ; d'autres où l'influence solaire est nulle : il y a deux marées chaque jour ; d'autres où l'un ou l'autre

cas se présente suivant l'âge de la lune; dans l'Amérique, la marée est beaucoup plus élevée sur la côte orientale que sur la côte occidentale. **L. Henry**, ayant étudié les nitrites de la série oxalo-adipique, a observé entre eux les mêmes relations qu'entre les acides correspondants. **Arnaud** : La matière rouge orange colorante que l'on rencontre dans les feuilles d'un grand nombre de végétaux est identique à la carotène de Huseman et accompagne constamment la chlorophylle. **Forel** : D'après certains renseignements venant d'un îlot des Antilles, on y aurait entendu, le 26 août 1883, le bruit des détonations du Krakatoa, qui est exactement aux antipodes.

N° 11. **De Lacaze-Duthiers** : le plan d'organisation d'une Limace quelconque ne diffère guère au fond de celui d'une Testacelle. La forme de la Testacelle semble être celle d'une limace devenue carnaissière, s'allongeant et réduisant peu à peu son bouclier pour pénétrer dans des conduits étroits à la recherche des vers de terre. **J. Carpentier** représente mille couleurs diverses par mille points de l'espace dont les coordonnées varient de 0 à 9 ; ces nombres représentent approximativement les pouvoirs réflecteurs de cette couleur pour trois rayons simples déterminés, rouge, jaune, bleu, par exemple. Le blanc est représenté par 999, le noir par 000. **Daresté** : Le retournement quotidien des œufs, pratiqué spontanément par les poules couveuses, a pour résultat habituel d'empêcher les adhérences de l'allantoïde et du jaune, adhérences qui font obstacle à l'éclosion, probablement parce que ce retournement active les mouvements de l'embryon. **A. Granddidier** : La ligne de partage des eaux de Madagascar est beaucoup plus rapprochée de la côte orientale que de la côte occidentale : les rivières de la côte orientale ont un cours moins long que les autres et ne peuvent, en général, se faire une embouchure nettement découpée à cause des courants contraires de l'Océan Indien. Elles se terminent donc dans des lagunes plus ou moins envasées, qui courent sur une grande partie de la côte, reliées souvent entre elles de manière à pouvoir servir de canaux côtiers.

N° 12. **Vulpian** prouve, par de nouvelles expériences, que les expériences anciennes, à l'aide desquelles on a voulu prouver l'excitabilité motrice de la substance corticale grise du cerveau, dans certains points déterminés, n'ont pas la portée qu'on leur a attribuée et ne peuvent pas servir à étayer l'hypothèse des localisations fonctionnelles cérébrales. Les fibres nerveuses destinées à porter les incitations motrices cérébrales à telle ou telle partie, à un membre, par exemple, peuvent sortir de l'écorce cérébrale par un point déterminé, sans que ce point

doive être considéré comme un centre déterminé de la mise en action de ces fibres. **Timiriazeff** : La chlorophylle agit à la manière d'un sensibilisateur, en éprouvant une décomposition et en provoquant la décomposition de l'acide carbonique dans les régions du spectre qu'elle absorbe. **Deslandres** : Le spectre de la vapeur d'eau incandescente offre des bandes semblables aux bandes d'absorption de l'oxygène à basse température ; la série de ces bandes est double ; elles sont très élargies. **J. Martin** : Le soulèvement de la Côte-d'Or que l'on a considéré jusqu'ici comme antérieur à la période crétacée n'a réellement pu avoir lieu que postérieurement à l'époque albienne.

N° 13. **Vulpian** : Dans une attaque épileptique provoquée chez les mammifères par l'électrisation des points excitables du cerveau, on observe, outre les troubles de la vie organique et de la vie animale, visibles dans les cas d'épilepsie spontanée chez l'homme, une excretion de la bile beaucoup plus abondante qu'à l'état normal, aucune accélération dans l'écoulement du suc pancréatique, un arrêt de la sécrétion rénale, une exagération de la sécrétion sudorale. On peut provoquer, chez un animal curarisé, une attaque épileptique confinée dans le domaine de la vie organique et ne différant pas, au fond, dans ses manifestations extérieures, de ce qui se passe, dans ce domaine, pendant les attaques ordinaires d'épilepsie. **Friedel** maintient avec **Wurtz**, contre les critiques de **Troost** (n° 12), à propos de l'hydrate de chloral, l'exactitude de la loi d'Avogadro. **Scheurer-Kestner** a prouvé, par de nouvelles expériences, que la houille, déduction faite des parties combustibles, a un pouvoir calorifique plus élevé qu'on ne le croit (3000 calories au moins, par kilogramme, pour la houille expérimentée). Par suite, dans les chaudières à vapeur à foyer extérieur les mieux établies, on perd, par rayonnement dans les surfaces enveloppantes, plus de chaleur que l'on ne croit, un quart au moins. **G. Pouchet** et **J. de Guerne** : La faune pélagique du golfe de Finlande ressemble à celle d'un lac d'eau douce ayant communication avec une mer : dans ce golfe et dans la mer Baltique, on trouve des animaux marins presque acclimatés dans des eaux à peine saumâtres, comme dans les expériences de **F. Plateau** et de **P. Bert**.

P. M.

---

*Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* Jahrgang 1884. Berlin, Dümmler. — Un volume grand in-8°.

Voici, avec quelques notes, les titres des sujets traités dans ce volume.

1. **G. Quincke.** Sur la mesure des forces magnétiques au moyen de la pression hydrostatique.

2. **S. von Wroblewski.** Sur la liquéfaction de l'hydrogène. L'hydrogène comprimé à cent atmosphères a été refroidi par la vaporisation de l'oxygène, puis par détente brusque.

3. **E. Goldstein.** Sur la conductibilité électrique dans le vide. Expériences tendant à prouver que l'éther, et non la matière pondérable, est le principal conducteur de l'électricité dans un espace clos contenant du gaz, et que, plus ce gaz est raréfié, moins il offre de résistance au courant. Ce qui a fait croire le contraire, c'est qu'il se produit une résistance à l'une des électrodes, d'autant plus grande que le gaz est plus raréfié.

4. **H. Kronecker et F. Schney.** Sur le centre de coordination des mouvements des ventricules du cœur. L'expérience prouve que ce centre se trouve à la limite inférieure du tiers supérieur de la paroi qui sépare les deux ventricules, c'est-à-dire, à l'endroit le mieux protégé du cœur.

5. **F. Johow.** Sur les *Hymenolichenes* des Indes occidentales. Études sur les genres *Cora*, *Rhipidonema*, *Dictyonema*, *Laudetea*.

6. **G. Kirchhoff.** Sur les changements de forme qu'éprouve un corps solide élastique, quand il est polarisé magnétiquement ou diélectriquement.

7 et 10. **H. von Helmholtz.** Études sur la statique des systèmes monocycliques. L'auteur appelle ainsi des systèmes mécaniques à l'intérieur desquels il y a un ou plusieurs mouvements stationnaires, ramenant les points à leurs positions primitives et tels que les vitesses dépendent d'un seul paramètre. L'intérêt de ces études provient de ce que le mouvement de la chaleur a, dans ses manifestations extérieures, les propriétés de celui d'un système monocyclique.

8. **E. du Bois-Reymond.** Torpilles vivantes à Berlin. Études des phénomènes électriques que présente la *Torpedo marmorata*.

9. **E. du Bois-Reymond.** Rapport sur la fondation Humboldt pour les sciences naturelles et les voyages. 1<sup>o</sup> Le docteur **O. Finsch** a pu étudier les moulages de têtes océaniques faites pendant son voyage dans le Pacifique. Principal résultat : Il n'y a aucune différence essentielle entre les races micronésiennes et polynésiennes : depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'aux Carolines et depuis les îles Sandwich jusqu'à l'archipel Malais, on trouve des variétés d'une seule et même race. 2<sup>o</sup> **P. Güssfeldt** a exploré avec soin les Andes du Chili et d'autres régions montagneuses de l'Amérique méridionale : il a découvert au Chili, un glacier de quatre lieues de longueur. 3<sup>o</sup> **E. Arning** est allé aux îles Sandwich pour étudier le mode de propagation de la lèpre (hérédité ou contagiosité).

11. **A. W. Hofmann.** Recherches sur la conine. On sait que les corps riches en oxygène qui en abandonnent une partie occasionnent souvent la mise en liberté de l'oxygène d'autres corps analogues, comme si un atome d'oxygène de l'un des deux corps s'unissait à un atome de l'autre pour former une molécule (Exemple : action de l'eau oxygénée sur le permanganate de potasse). Hofmann vient de rencontrer un phénomène analogue pour l'hydrogène. En essayant d'ajouter de l'hydrogène à la conine  $C_8H_{17}N$  pour en former, au moins partiellement, l'octylamine  $C_8H_{19}N$ , il a obtenu au contraire un corps nouveau  $C_8H_{11}N$ , plus de l'hydrogène. Il a aussi obtenu les corps intermédiaires  $C_8H_{15}N$ ,  $C_8H_{13}N$ .

12. **A. W. Hofmann.** Sur la constitution de la conine. De nouvelles expériences prouvent que l'explication précédente n'est pas exacte, et établissent plutôt que la conine est une propylpyridine six fois hydrogénée.

13. **M. Websky.** Sur des solutions multiples ou unique que l'on obtient dans le calcul des éléments d'un cristal monoclinique en partant de trois axes fondamentaux.

14. **G. Spörer.** Sur la détermination de la longitude du nœud et de l'inclinaison pour la rotation du soleil. Ces éléments ne peuvent pas se déterminer par l'observation d'une tache qui ne paraît qu'une fois sur le soleil, puisque sa latitude héliocentrique varie ; mais on peut les obtenir, avec assez d'exactitude, par le moyen de certaines taches qu'on voit deux, trois ou même quatre fois. Spörer a trouvé ainsi pour l'inclinaison  $7^{\circ},026 \pm 0^{\circ},035$ , pour la longitude  $74^{\circ} \pm 0^{\circ},25$ .

15. **E. Mendel.** Sur la folie paralytique chez les chiens. L'auteur produit cette maladie, non encore observée chez la race canine, en

attachant un chien sur une table animée d'un mouvement rapide de rotation (100 tours par minute), la tête vers la circonférence. Il suffit pour obtenir ce résultat de soumettre l'animal à ce traitement pendant 12 à 14 jours, trois ou quatre fois par jour, la durée de chaque expérience étant de 4 à 6 minutes et les expériences étant séparées par de courtes pauses. La pression centrifuge développée par la rotation fait pénétrer les globules blancs et le plasma du sang dans le cerveau, comme cela a eu lieu dans la genèse naturelle de la maladie chez l'homme. Quand on place la tête du chien au centre de la table tournante, on n'obtient aucun résultat. Après que le chien a été soumis aux expériences pendant le temps indiqué, on le nourrit bien et on l'abandonne à lui-même : tous les phénomènes de la folie paralytique jusqu'à la mort inclusivement surviennent progressivement.

16. **G. Fritsch.** Résultats des comparaisons faites sur les organes électriques des Torpédinées.

17. **R. Kossmann.** Sur les Cryptoniscides.

18. **J. Wolff.** Loi des transformations de l'architecture des os quand leur forme éprouve une modification pathologique. Ces transformations se font d'après les lois connues de la statique pour des poutres chargées et soumises à des efforts de traction et de compression. Analyse de divers cas remarquables.

19. **L. Kronecker.** Démonstration de la loi de réciprocité des résidus quadratiques. Dans cette étude, l'auteur expose entre autres choses, une démonstration de cette loi célèbre, plus simple que toutes celles que l'on en a données. Il y emploie quelques notations nouvelles ou peu connues qui simplifient considérablement les formules :  $[a]$  pour désigner le plus petit nombre entier voisin de  $a$  (GAUSS),  $|a|$  la valeur absolue de  $a$ ,  $\text{sgn } a$  le signe de  $a$ .

20. **L. Kronecker.** Démonstration d'une formule de calcul intégral de Jacobi.

21. **L. Kronecker.** Démonstration du théorème de Puiseux : Une fonction algébrique est rationnelle, si elle est monodrome, moyennant certaines conditions. Les démonstrations habituelles de ce théorème sont insuffisantes.

22. **H. Munk.** Sur les parties de l'encéphale des vertébrés dont dépendent la vision et l'audition. Ce mémoire important est la continuation de celui qui a été publié sous le n° 34 dans le volume précédent. Il traite des effets de l'ablation du cerveau sur la vision, chez les vertébrés inférieurs, particulièrement chez le lapin, le cobaye et le rat. L'enlèvement total du cerveau est une opération assez difficile.

Même quand elle réussit complètement, on a toujours à craindre des hémorragies subséquentes qui obscurcissent les suites de l'extirpation du cerveau et hâtent la mort des animaux, quand ces hémorragies ne sont pas insignifiantes. Ce n'est que dans le quart des cas que Munk a pu les éviter, et alors les lapins restaient environ 50 heures en vie, les rats et les cobayes 90 heures, ce qui n'avait pas encore été obtenu antérieurement. Les animaux opérés ne peuvent guère être tenus en vie plus longtemps, à cause de l'inflammation et du ramollissement qui gagne peu à peu les parties restantes de l'encéphale, à partir de la section, même dans les cas les plus favorables. La mort est peut-être quelque peu hâtée par une hémorragie même faible et par l'inanition, mais ce n'en sont pas là les causes principales. L'inanition d'ailleurs ne peut être combattue par la nutrition artificielle, car la digestion ne se fait plus.

On peut distinguer trois périodes dans la vie de l'animal abandonné à lui-même après l'opération. 1<sup>o</sup> Une période d'épuisement, d'une durée d'une demi-heure environ, d'une heure au plus, pendant laquelle il reste sur le côté, ou autrement, si on l'a placé en équilibre; il respire paisiblement et d'une manière normale. 2<sup>o</sup> Brusquement, après quelques mouvements des pattes, il s'accroupit et prend la position qu'il a à l'état normal quand il reste longtemps tranquille. Il garde cette position pendant de longues heures, en bougeant rarement de sa place. Mais il remue la tête, les oreilles, les yeux, les lèvres, les mâchoires, les pattes; il se gratte le ventre ou se nettoie le museau. La respiration normale et tranquille continue d'abord, mais plus tard il y a, de temps à autre, toujours plus fréquemment à mesure que la troisième période approche, de profondes expirations, accompagnées d'une sorte d'éternuement. 3<sup>o</sup> Pendant la troisième période, l'animal se met à courir, d'abord d'une manière discontinue, avec des pauses pendant lesquelles il est tranquille; il court soit en ligne droite, soit, plus souvent, en cercle ou en spirale. Les pauses sont longues, les mouvements lents et de faible durée. Mais, peu à peu, les pauses deviennent plus courtes, les mouvements plus rapides et plus persistants et à peine interrompus. Les phénomènes inverses se présentent ensuite, les périodes de repos redeviennent de plus en plus marquées et croissent plus rapidement qu'elles ne décroissaient auparavant. Soudain, à la fin d'une période de mouvement, l'animal tombe sur le flanc et reste les pattes étendues; puis il se relève, court et se repose encore plusieurs fois et tombe de nouveau. Ces phénomènes se reproduisent plusieurs fois; après une nouvelle chute, l'ani-

mal essaie vainement de se relever; bientôt il ne peut plus que remuer la tête, la respiration s'accélère, devient de plus en plus difficile et enfin l'animal meurt. La période qui sépare la mort du moment où ses mouvements étaient les plus fréquents est plus longue que la période de mouvement antérieure, un jour entier dans le cas du lapin, deux jours pour le cobaye. Si les mouvements sont plus violents et plus rapides dans un cas que dans un autre, l'animal meurt plus tôt. Ces mouvements sont involontaires et causés par les blessures internes de l'animal, blessures dont les suites ont une évolution inévitable, plus rapide ou plus lente suivant que l'inflammation interne se développe plus ou moins vite, comme l'observation le prouve.

Chez les pigeons, les phénomènes sont analogues à ceux que présentent les mammifères inférieurs, avec cette différence que la période de mouvement n'est pas un fait général pour eux comme pour les lapins, les cobayes et les rats. L'ablation du cerveau n'entraîne pas fatalement la mort pour les oiseaux. Mais tous, oiseaux et vertébrés, deviennent aveugles à la suite de cette opération : non seulement, ils vont se heurter contre les obstacles, mais ils sont insensibles au passage de l'obscurité complète à la lumière la plus intense, ou inversement. Ils se comportent d'ailleurs de même dans le cas où on leur enlève les yeux et dans celui où on les leur laisse.

Chemin faisant, M. Munk expose et explique les résultats, différents des siens, obtenus par ses devanciers. Les uns n'ont observé que les phénomènes de la première période, celle d'épuisement; d'autres ont laissé échapper la troisième, celle des mouvements involontaires se produisant sans aucune excitation extérieure, précisément parce qu'ils n'ont pas abandonné l'animal à lui-même. Enfin, souvent, l'ablation du cerveau n'était pas complète.

Dans une note, l'auteur parle comme suit de M. Ferrier et de son livre sur le *Cerveau* (*The functions of the Brain*, London, 1876; traduit en allemand par Obersteiner, Brunswick, 1879, et en français, dans la *Bibliothèque scientifique internationale*) : « Ferrier est absolument le seul qui dise avoir réussi à maintenir les animaux en vie, d'après des expériences propres, en employant la nutrition artificielle : Si, dit-il, on abandonne le lapin à lui-même, il reste immobile et meurt d'inanition. Mais si on le nourrit artificiellement, on peut le garder en vie pendant quelques jours (A la page 39 ou à la page 44 de la traduction allemande, il dit même : *The animal may live an indefinite period*, l'animal peut vivre une période indéterminée). Preuve nouvelle et intéressante de la confiance que l'on peut accorder

aux expériences et aux assertions de Ferrier ! (Pour l'immobilité, voir ce qui est dit plus haut.) »

23. **A. W. Eichler.** Sur la structure de la fleur des Zingibéracées.

24. **W. Siemens.** Sur un procédé pour réaliser l'unité de lumière admise par la conférence de Paris dans la détermination de l'unité électrique.

25. **A. Christiani.** Sur les fonctions du cerveau chez le lapin. Essai de réponse à diverses critiques de Munk. Les animaux étant opérés d'une manière différente, les résultats obtenus ne sont pas comparables ; ils ne présentaient pour ainsi dire pas de période d'épuisement et vivaient douze heures au plus.

26. **L. Kronecker.** Sur la troisième preuve de Gauss pour la loi de réciprocity des résidus quadratiques.

27. **R. Lipschitz.** Remarque sur le Mémoire intitulé : Détermination de surfaces dont l'élément linéaire a une expression donnée (n<sup>o</sup> 7 de 1883 ; titre à rectifier légèrement). Démonstration du théorème suivant : Si la somme des carrés de  $n$  variables est égale à la somme des carrés de  $n$  autres variables ; si, de plus, la somme des carrés des différentielles des  $n$  premières est égale à la somme des carrés des différentielles des secondes, celles-ci sont égales à des fonctions linéaires homogènes des premières et inversement.

28. **H. Munk.** Sur les fonctions du cerveau chez le lapin. Réplique. Les expériences ne sont pas comparables, parce que les animaux opérés par Christiani n'ont pas vécu assez longtemps.

29. **M. Websky.** Sur l'Idunium, nouvel élément. Il est voisin du Vanadium.

30. **R. Clausius.** Sur les équations mécaniques servant à la démonstration du second principe de la théorie mécanique de la chaleur. Les équations de ce genre données par Helmholtz sont encore plus insuffisantes que celles de Boltzmann et Clausius lui-même pour établir le second principe, en partant des théorèmes généraux de la mécanique analytique.

31. **L. Fuchs.** Sur les équations différentielles dont les intégrales ont des points d'embranchement fixes.

32. Discours prononcés à la réception de MM. **Waldeyer** et **Fuchs** à l'Académie, dans la séance leibnizienne du 3 juillet 1884. **Waldeyer** esquisse les progrès de la morphologie des animaux et de l'homme depuis deux siècles, à l'Académie de Berlin, en caractérisant rapidement les travaux de Lieberkühn, Meckel, Walter, Rudolphi, J. Mül-

ler et Reichert. **E. du Bois-Reymond** répond en faisant ressortir les relations étroites qui unissent maintenant toutes les parties de la biologie. **Fuchs** (et **Auwers** dans sa réponse) ont résumé l'histoire des recherches du premier sur l'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients algébriques rationnels.

33. Notice sur les prix de l'Académie royale de Prusse. Non décernés.

34. **H. von Helmholtz**. Études sur la statique des systèmes monocycliques (suite des nos 7 et 10). Réponse à la critique de Clausius.

35. **A. Kundt**. La rotation électromagnétique du plan de polarisation de la lumière par le fer, le cobalt et le nickel. Confirmation de la plupart des résultats obtenus par Kerr sur la rotation du plan de polarisation de la lumière quand elle tombe sur le pôle d'un électro-aimant. En outre, résultats nouveaux et en particulier celui-ci : « Des lamelles transparentes de fer, de nickel et de cobalt dévient fortement dans le sens du courant magnétique, le plan de polarisation de la lumière qui les traverse; le fer, trente mille fois plus que le verre sous la même épaisseur.

36. **H. F. Wiebe**. De l'influence de la composition du verre sur les phénomènes de déplacement du zéro des thermomètres.

37. **C. Rammelsberg**. Sur les sels doubles acétiques d'urane.

38. **P. Güssfeldt**. Notice sur un voyage dans les Andes centrales du Chili et de la république argentine (voir no 9).

39. **H. Bücking**. Sur les terrains anciens de l'Attique.

40. **Fr. Kohlrauseh**. Sur la conductibilité de l'eau distillée dans le vide. Elle est extrêmement faible. Si elle paraît plus grande, dans les circonstances ordinaires, c'est que l'eau est impure ou contient des gaz.

41. **W. Siemens**. Contributions à la théorie du magnétisme.

42. **W. Voigt**. Nouvelles déterminations des constantes de l'élasticité pour le sel gemme et le spath fluor.

43. **S. Schwendener**. Sur la stabilité des végétaux.

44. **L. Kronecker**. Les systèmes de périodes des fonctions de variables réelles.

45. **A. Behrman** et **A. W. Hofmann**. Transformation de l'acide citrique en combinaisons de la pyridine.

46. **M. Westermayer**. Recherches sur le rôle des vaisseaux morts et des cellules vivantes dans le mouvement de l'eau dans les plantes. Nécessité de ces deux systèmes pour amener l'ascension de l'eau : le second seul ne produit que des effets insignifiants.

47. **H. Kayser**. Sur les photographies d'éclairs. Les éclairs se

ramifient comme un arbre. Parfois, on en rencontre formés de plusieurs traits parallèles dans leurs zigzags, ce qui semble supposer, en un temps très court, trois ou quatre décharges alternativement d'un premier à un second nuage et du second au premier en suivant identiquement le même chemin. Chaque trait de l'éclair, analysé par la photographie, semble d'ailleurs composé de bandes transversales brillantes séparées par des bandes obscures.

48. **G. Fritsch.** Sur l'appareil en forme de ligne du *Lophius piscatorius*. Cet appareil semble en rapport avec certaines cellules ganglionnaires très grandes du cerveau, plus ou moins analogues aux parties correspondantes du cerveau des poissons électriques.

49. **G. Kirchhoff.** Quelques applications de la théorie du changement de forme qu'éprouve un corps quand il est polarisé magnétiquement ou diélectriquement. Suite et complément du n° 6.

50. **L. Fuchs.** Sur une forme de l'intégrale générale, supposée algébrique, d'une équation différentielle du premier ordre.

51. **E. Kronecker.** Résolution approximative en nombres entiers des équations linéaires. Étude approfondie de cette difficile question (qui est en relation étroite avec celle de la périodicité simple ou multiple des fonctions), d'après les principes de la nouvelle algèbre de l'auteur.

52. **H. von Helmholtz.** Généralisation des théorèmes sur la statique des systèmes monocycliques. La fin de cette note indique aussi des restrictions à introduire dans divers théorèmes donnés antérieurement par lui sur le même sujet.

53. **A. König et F. Richarz.** Nouvelle méthode pour déterminer la constante de la pesanteur. Ph. von Jolly a essayé de déterminer la constante de la pesanteur en cherchant le poids d'une masse donnée : 1° dans le cas où les deux plateaux de la balance sont dans un même plan horizontal ; 2° dans le cas où le second est à 21 mètres au-dessous du premier ; 3° dans le cas où, en outre, au-dessous du second il y a une masse de plomb de 5775 kilogrammes. Dans ce procédé, il est difficile de tenir compte des différences de température en deux endroits séparés par 21 mètres, et des courants d'air sur le fil de suspension de ce plateau. Voici un autre procédé : sur un bloc de plomb parallélépipédique, d'attraction double de celui de M. von Jolly, est installée une balance ayant de chaque côté deux plateaux : l'un supérieur, juste au-dessus du bloc, l'autre inférieur, juste en dessous, les deux étant reliés par un fil traversant le bloc de plomb. On pèse une masse en la plaçant sur le plateau supérieur de droite, les poids sur le plateau inférieur de gauche ; puis en la mettant sur le plateau inférieur

de gauche, les poids sur le plateau supérieur de droite. Préalablement, on a fait les mêmes pesées, avant l'installation du bloc de plomb. Le calcul prouve que ces quatre pesées peuvent conduire à la détermination de la constante de la pesanteur. Les échanges de poids pourront se faire automatiquement dans une caisse fermée, pour éviter les causes d'erreur des expériences de M. von Jolly. La distance des plateaux inférieurs et supérieurs sera au plus de deux mètres.

54-55. **A. W. Hofmann.** Contributions à la connaissance du groupe de la conine. Travail étendu traitant spécialement de la conydrine et de l'action du brome en solution alcaline sur la conine.

P. M. et A. D.

---

# TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-SEPTIÈME VOLUME.

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1885.

LA MÉMOIRE ET SES MALADIES, par le <b>R. P. J. de Bonniot</b> , S. J.	5
LE SATELLITE DE VÉNUS, par le <b>R. P. Thirion</b> , S. J.	44
L'ASIE OCCIDENTALE DANS LES INSCRIPTIONS ASSYRIENNES (suite), par le <b>R. P. A. Delattre</b> , S. J.	63
LA NOUVELLE THÉORIE COSMOGONIQUE DE M. FAYE, par <b>Jean d'Es-</b> <b>tienne</b>	94
LES POPULATIONS DANUBIENNES, par le <b>R. P. J. Van den Gheyn</b> , S. J.	135
BIBLIOGRAPHIE.—I. Œuvres complètes d'Augustin Cauchy. <b>Ph. G.</b>	196
II. Traité élémentaire de mécanique céleste, par M. H. Resal. <b>Ph. G.</b>	202
III. Les lois de la matière, essais de mécanique moléculaire, par M. J. A. de Commines de Marsilly. <b>Ph. G.</b>	206
IV. Muscinées de la France, par M. l'abbé Boulay. <b>C. F.</b>	209
V. Contribution à l'étude et à l'analyse des eaux alimentaires, par C. Blas. <b>M. J.-B. André</b>	217
VI. Électricité et magnétisme, par Fleeming Jenkin. — Traité élémentaire d'électricité, par James Clerk Maxwell. <b>R. P.</b> <b>Van Triecht</b> , S. J.	226
VII. Les forces de l'industrie, par Louis Bourdeau. <b>J. d'E.</b>	237
VIII. Dr Hermann Brünnhöfer. Ueber den Ursitz der Indoger- manen. — Von Löher, Alter, Herkunft, und Verwandtschaft der Germanen. <b>R. P. Van den Gheyn</b> , S. J.	249
REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.	
ANTHROPOLOGIE, par <b>M. A. Arcelin</b>	266
ASTRONOMIE, par le <b>R. P. J. Thirion</b> , S. J.	270
BOTANIQUE, par <b>C. F.</b>	275
SCIENCES INDUSTRIELLES, par <b>M. J.-B. André</b> .	282
PALÉONTOLOGIE, par <b>M. L. Dollo</b>	293
SCIENCES AGRICOLES, par <b>M. A. Proost</b>	324
HYGIÈNE, par le <b>Dr Dumont</b>	332
ZOOLOGIE, par <b>M. A. Ruissert</b>	337
NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. <b>P. M.</b>	346

## LIVRAISON DU 20 AVRIL 1885.

---

LE ROLE DU TEMPS DANS LA NATURE, par <b>M. A. de Lapparent</b> . . . . .	353
LES POPULATIONS DANUBIENNES (suite), par le <b>R. P. J. Van den Gheyn, S. J.</b> . . . . .	381
LES MYSTACOCÈTES, par <b>M. l'abbé Gérard Smets</b> . . . . .	435
LES NOMBRES ET LA PHILOSOPHIE, par le <b>R. P. Carboneille, S. J.</b> . . . . .	467
LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE, par <b>M. Ph. Gilbert</b> . . . . .	506
L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ A PHILADELPHIE, *** . . . . .	546
BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours d'exploitation des mines, par <b>M. Haton de la Goupillière, M. A. de Lapparent</b> . . . . .	556
II. Coordonnées parallèles et axiales, par <b>Maurice d'Ocagne, J. C.</b> . . . . .	562
III. <i>Bullettino di Bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche. — Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, etc.</i> <b>P. M.</b> . . . . .	564
IV. La première page de Moïse et l'histoire de la terre, par le <b>P. A. Castelein, S. J.</b> — La création et l'œuvre des six jours, par <b>J. J. D. Swolfs, T. G.</b> . . . . .	566
REVEUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.	
ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE, par <b>J. G.</b> . . . . .	570
MÉTÉOROLOGIE, par le <b>R. P. J. Thirion, S. J.</b> . . . . .	587
GÉOGRAPHIE, par <b>L. D.</b> . . . . .	597
HYGIÈNE, par le <b>D<sup>r</sup> Dumont.</b> . . . . .	609
VERTÉBRÉS, par <b>M. L. Dolto</b> . . . . .	617
SCIENCES INDUSTRIELLES, par <b>M. J.-B. André.</b> . . . . .	637
INVERTÉBRÉS, par <b>M. A. Buisseret.</b> . . . . .	647
NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. <b>P. M.</b> . . . . .	670
Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen, 1884. <b>P. M.</b> et <b>A. D.</b> . . . . .	678

---

T.P.I. OK

# REVUE

DES

# QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem  
vera dissensio esse potest.  
*Const. de Fid. cath. c. IV.*

vol. 17

NEUVIÈME ANNÉE. — PREMIÈRE LIVRAISON

**20 JANVIER 1885**

BRUXELLES

VROMANT, IMP.-ÉDITEUR

rue de la Chapelle, 3.

PARIS

LIBRAIRIE

DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE

493, boulevard Saint-Germain.

1885

- I. — LA MÉMOIRE ET SES MALADIES, par le **R. P. J. de Bonniot**, S. J., p. 5.
- II. — LE SATELLITE DE VÉNUS, par le **R. P. J. Thirion**, S. J., p. 44.
- III. — L'ASIE OCCIDENTALE DANS LES INSCRIPTIONS ASSYRIENNES, (suite), par le **R. P. A. Delattre**, S. J., p. 63.
- IV. — LA NOUVELLE THÉORIE COSMOGONIQUE DE M. FAYE, par **Jean d'Estienne**, p. 94.
- V. — LES POPULATIONS DANUBIENNES, par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J., p. 135.
- VI. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, **Ph. G.**, p. 196. — II. Traité élémentaire de Mécanique céleste, par M. H. Resal, **Ph. G.**, p. 202. — III. Les lois de la matière, essais de mécanique moléculaire, par M. J. A. de Commines de Marsilly, **Ph. G.**, p. 206. — IV. Muscinées de la France, par M. l'abbé Boulay, **C. F.**, p. 209. — V. Contribution à l'étude et à l'analyse des eaux alimentaires, par C. Blas, **M. J.-B. André**, p. 217. — VI. Électricité et magnétisme, par Fleeming Jenkin. — Traité élémentaire d'électricité, par James Clerk Maxwell, **R. P. V. Van Tricht**, S. J., p. 226. — VII. Les forces de l'industrie, par Louis Bourdeau, **J. d'E.**, p. 237. — VIII. Dr Hermann Brünhofer. Ueber den Ursitz der Indogermanen. — Von Löher, Alter, Herkunft und Verwandtschaft der Germanen.  
**R. P. J. Van den Gheyn**, S. J., p. 249.
- VII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin**, p. 266. — Astronomie, par le **R. P. J. Thirion**, S. J., p. 270. — Botanique, par **C. F.**, p. 275. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 282. — Paléontologie, par **M. L. Dollo**, p. 293. — Sciences agricoles, par **M. A. Proost**, p. 324. — Hygiène, par le **Dr Dumont**, p. 332. — Zoologie, par **M. A. Buisseret**, p. 337.
- VIII. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, **P. M.**, p. 346.

### AVIS

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire de la Société scientifique (14, rue des Ursulines, Bruxelles), pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

ANNALES

DE LA

# SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

---

Les huit premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 45 francs.

---

## CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs.

On s'abonne, à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

---

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem  
vera dissensio esse potest.  
*Const. de Fid. cath. c. IV.*

---

NEUVIÈME ANNÉE. — DEUXIÈME LIVRAISON

---

**20 AVRIL 1885**

BRUXELLES

SECRETARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE  
14, RUE DES URSULINES

—  
1885

- I. — LE ROLE DU TEMPS DANS LA NATURE, par **M. A. de Lapparent**, p. 353.
- II. — LES POPULATIONS DANUBIENNES, par le **R. P. J. Van den Gheyn**, S. J., p. 381.
- III. — LES MYSTACOCÈTES, par **M. l'abbé Gérard Smets**, p. 435.
- IV. — LES NOMBRES ET LA PHILOSOPHIE, par le **R. P. Carbonnelle**, S. J., p. 467.
- V. — LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE, par **M. Ph. Gilbert**, p. 506.
- VI. — L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ A PHILADELPHIE, \*\*\*, p. 546.
- VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours d'exploitation des mines, par M. Haton de la Goupillière. **M. A. de Lapparent**, p. 556 — II. Coordonnées parallèles et axiales, par Maurice d'Ocagne. **J. C.**, p. 562. — III. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* — *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, etc. **P. M.**, p. 564. — IV. La première page de Moïse et l'histoire de la terre, par le P. A. Castelcin, S. J.— La création et l'œuvre des six jours, par J.J.D.Swolfs. **T. G.**, p. 566.
- VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 570. — Météorologie, par le **R. P. J. Thirion**, S. J., p. 587. — Géographie, par **L. D.**, p. 597. — Hygiène, par le **Dr Dumont**, p. 609. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 617. — Sciences industrielles, par **M. J. B. André**, p. 637. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 647.
- IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, **P. M.**, p. 670. *Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen*, 1884. **P. M.** et **A. D.**, p. 678.

### AVIS

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire de la Société scientifique (14, rue des Ursulines, Bruxelles), pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

ANNALES

DE LA

# SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

---

Les huit premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 44, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

---

## CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs.

On s'abonne, à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.









Bruxelles

6 1933

AMNH LIBRARY



100226217