

UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY

Annales
de
Géographie

117
13

Annales de Géographie

Publiées sous la Direction de MM.

P. Vidal de la Blache

L. Gallois et Emm. de Margerie

Secrétaire de la Rédaction :

Louis Raveneau

TOME XIX

Année 1910



117 259
13 | 7 | 11

Librairie Armand Colin

Paris, 5, rue de Mézières, 6^e.

1910

Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays

G
/
96
t. 19

ANNALES
DE
GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

LA CARTE INTERNATIONALE DU MONDE
AU MILLIONIÈME.

Le 16 novembre 1909, sur l'invitation adressée au mois de juillet précédent par le Gouvernement britannique, une Conférence internationale s'est réunie à Londres, en vue de la Carte du monde à l'échelle du millionième. Des délégués de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie, de l'Espagne, de la France, de la Grande-Bretagne, de l'Italie, de la Russie, du Canada, de l'Australie et des États-Unis ont délibéré pendant huit jours, sous la présidence ferme et courtoise de M^r Grant, directeur de l'Ordnance Survey de Grande-Bretagne et d'Irlande, et de M^r le lieutenant-colonel Close, chef de la Section géographique du War Office. Il y avait dans cette réunion, qui comptait 21 membres, des officiers, des professeurs et des ingénieurs. Citons, outre les noms précédents, ceux de M^r J. Scott Keltie, secrétaire de la Royal Geographical Society; de M^r Bailey Willis, président du Comité américain de la Carte au millionième, et de M^r S. J. Kubel, tous deux de l'U. S. Geological Survey; de M^r de Lóczy, directeur du Service géologique hongrois. M^r le professeur Brückner représentait l'Autriche, et M^r le conseiller Haardt von Hartenthurn le Gouvernement commun d'Autriche-Hongrie. L'Italie avait délégué un lieutenant-colonel d'État-Major; l'Espagne, le chef de son Service cartographique; la Russie, M^r E. Markoff, membre de la Société Impériale russe de Géographie. Parmi les nôtres¹, M^r Ch. Lallemand, directeur du Nivellement général

[1. Les représentants du Gouvernement français étaient : MM^{rs} P. VIDAL DE LA BLACHE, membre de l'Institut, représentant du Ministère de l'Instruction Publique;

de la France, a fait dignement apprécier sa haute compétence mathématique. L'Allemagne avait délégué deux officiers et deux professeurs : M^r le Dr Parisch, de l'Université de Leipzig, et M^r Penck, l'initiateur et le promoteur du projet, auquel il n'a cessé de donner l'appui de son autorité scientifique, et qui a pu emporter de cette réunion la joie légitime d'en voir la réalisation désormais certaine.

L'œuvre qui vient de naître a déjà une histoire, au courant de laquelle ont été tenus les lecteurs de ce recueil. C'est en 1891, au Congrès géographique international de Berne, qu'elle fut proposée et mise sérieusement à l'étude. L'idée de représenter à la même échelle des contrées très inégalement connues ne laissait pas de soulever des objections : il est vrai que le progrès continu des explorations se chargeait d'en atténuer la portée. Le choix d'un système de projection se dressait comme une grave question préjudicielle : il fut l'objet de considérations parmi lesquelles il suffira de rappeler ici, pour l'influence qu'elles ont eue sur le choix définitif, celles que M^r l'ingénieur Germain communiqua au Bulletin de la Société de Géographie de Paris¹. Mais il y a loin de la théorie à l'exécution, et M^r Penck pouvait exprimer au Congrès de Berlin, en 1899, le regret qu'aucun pas décisif n'eût encore été fait². Déjà, cependant, cette appréhension avait cessé d'être fondée. A ce moment, notre Service Géographique de l'Armée commençait la publication d'une série de cartes concernant la Chine, la Turquie d'Asie, les Antilles, puis l'Asie centrale³. C'étaient des feuilles à l'échelle de 1 : 1 000 000, dressées suivant une projection polyédrique, limitées par des sections de méridiens et de parallèles, avec une hauteur de 4 degrés en latitude sur 6 degrés en longitude, combinées ainsi de façon à s'adapter au cadre de la grande carte projetée. L'exemple ne tarda pas à être suivi par la Preussische Landesaufnahme, dans sa belle carte de la Chine orientale en 22 feuilles; et le War Office britannique entreprenait, de son côté, sur le même principe, une série de feuilles d'Afrique.

Les divergences tendaient à se restreindre. Deux surtout subsis-

CH. LALLEMAND, du Bureau des Longitudes, directeur du Nivellement général de la France, représentant du Ministère des Travaux Publics; le commandant POLLACCHI, du Service Géographique de l'Armée, représentant du Ministère de la Guerre, et BEUDELEY, représentant du Ministère des Colonies.]

1. A. GERMAIN, *Projet d'une carte de la terre au 1/1 000 000^e. Choix du système de projection* (Bull. Soc. Géog. Paris, VII^e ser., XVI, 1895, p. 177-182).

2. A. PENCK, *Über die Herstellung einer Erdkarte im Maassstab 1 : 1 000 000* (Verhandlungen des VII^{ten} Internationalen Geographen-Kongresses Berlin 1899, 1901, II, p. 65-71).

3. Voir : *La carte au millionième du Service géographique de l'Armée* (Annales de Géographie, IX, 1900, p. 176-177) : — *Les cartes de Chine du Service géographique de l'Armée* (ibid., X, 1901, p. 276-277). — Voir aussi la plupart de nos *Bibliographies* annuelles, depuis la *Bibliographie de 1899*, n^o 475, jusqu'à la *XV^e Bibliographie 1905*, n^o 670.

taient encore : celle du méridien initial et celle du système de mesures. C'est là-dessus que portèrent les efforts ultérieurs d'entente. Des résolutions votées au Congrès international de Washington, en 1904, préconisaient l'adoption du méridien de Greenwich et du système métrique; en même temps, le Geological Survey des États-Unis annonçait son intention, bientôt suivie d'effet, d'aborder la publication conforme d'une carte des États-Unis au millionième. Le Congrès de Genève, en 1908, confirma cette entente et en renouvela l'expression¹.

Ces explications étaient nécessaires pour faire comprendre la facilité avec laquelle la récente Conférence de Londres a pu aboutir à des résolutions décisives, sur des questions qui avaient divisé longtemps le monde savant et qui semblaient de nature à fournir encore un aliment substantiel à la combativité des géographes. Le choix du méridien initial et du système de mesures, celui même de l'alphabet risquait, en contrariant des habitudes, de heurter peut-être quelques susceptibilités assez légitimes. Mais précisément, sur ces points délicats, les délibérations que je viens de rappeler avaient aplani les difficultés et préparé l'accord. L'adoption du méridien de Greenwich, du système métrique et de l'alphabet latin répondait à des vœux maintes fois exprimés; il ne s'est agi, pour cette partie du programme, que de ratifier ce qui avait été déjà consenti. Si l'adoption du méridien de Greenwich constitue une concession de notre part, celle du système métrique par les Anglais et les Américains nous donne sur un point plus important ample satisfaction. Il existait une certaine connexité entre les deux questions, résolues désormais dans un sens favorable à l'unité et à la clarté : étant bien entendu, d'ailleurs, que rien ne s'oppose à ce que l'amorce d'un autre méridien soit indiquée en marge des feuilles.

Mais il restait à régler assez de détails d'exécution pour occuper de laborieuses séances. Projection, figuration du relief, signes conventionnels, écritures, orthographe et transcription des noms : tels sont les sujets sur lesquels on a délibéré tour à tour en séances plénières et en réunions de sous-comités. Les résolutions ont été prises à l'unanimité, ainsi que le constate avec satisfaction le préambule du rapport provisoire qui les résume. Un rapport définitif, rédigé en anglais, en français et en allemand, accompagné d'un diagramme-index, d'une représentation des signes conventionnels et d'une gamme des couleurs, ne tardera pas à être envoyé en plusieurs exemplaires aux gouvernements représentés. Ce sera l'occasion d'y revenir ici. Voici, dès à

1. *La carte du monde à l'échelle du 1 : 1 000 000 (Neuvième Congrès international de Géographie, Genève, 27 juillet-6 août 1908, Compte rendu des travaux du Congrès, Tome premier, Genève, 1909, p. 131-134; voir, dans le même tome, deux communications de M^r A. PECK, p. 331-333 et 397-399.*

présent, les dispositions essentielles : — Chaque feuille sera établie indépendamment sur son méridien central ; elle embrassera une superficie de 4 degrés de latitude sur 6 degrés de longitude, sauf à réunir ensemble, au-dessus du 60^e degré de latitude, en égard à la convergence des méridiens, deux ou plusieurs feuilles de la même zone. — La carte doit être hypsométrique, portant des courbes de niveau, avec faculté en certains cas d'employer l'estompage, mais à l'exclusion des hachures. Quant aux régions trop mal connues encore pour que le relief soit figuré en courbes, on aura recours à des courbes en traits discontinus. — Les courbes de niveau seront en brun pour l'hypsométrie, en bleu pour la bathymétrie. L'hydrographie sera en bleu, les routes en rouge, les chemins de fer en noir. Les chemins seront divisés en voies carrossables et en sentiers ou pistes non carrossables. — Sur la délicate question de la transcription des noms, on s'est volontairement borné à quelques dispositions très simples, avant tout pratiques, et de nature à ménager tous les intérêts. On a stipulé, entre autres articles, que, pour les colonies, protectorats ou possessions, ce sera le système d'écritures, de transcription et d'orthographe en usage dans la métropole qui sera adopté.

On peut, d'après ces indications sommaires, se faire une idée de la carte future : car c'est bien d'une œuvre définie, précise et homogène, qu'il s'agit. Il pouvait être encore permis de se demander, quand s'est produite l'invitation du Gouvernement britannique, quelle était la portée immédiate du programme qui allait nous être soumis. S'agissait-il d'instructions générales tendant à rapprocher d'un type uniforme les cartes que publieraient désormais les services des divers pays ? Cette préoccupation n'a pas été étrangère, sans doute, aux débats, mais elle n'a été qu'accessoire. L'initiative prise par le Gouvernement britannique a été inspirée par le désir de se concerter définitivement, pour que rien désormais ne retardât l'exécution de la Carte internationale. Elle signifie que la période des discussions académiques est close, et qu'on est décidé à procéder sans retard au travail.

En réalité, l'exécution en est déjà commencée. La Conférence a pu constater, par diverses pièces qui ont été mises sous ses yeux, que le projet était entré en voie de réalisation. L'une de ces pièces, sous le titre de *Plan of sheets for the international map...*, est une sorte de carte d'assemblage exécutée par le Geological Survey des États-Unis, et dont les dispositions, tracées antérieurement à notre réunion, — elles portent la date de janvier 1909 —, sont, à peu de choses près, conformes à ce qui a été adopté. L'autre, plus significative encore, est une demi-feuille de la Carte du Sud de l'Afrique, exécutée par le War Office britannique, et représentant, à l'échelle convenue, la partie septentrionale de la Colonie du Cap. Teintée hypsométriquement suivant des

courbes de niveau basées sur le système métrique, elle réalise un spécimen du type auquel, sauf de légères modifications, on s'est arrêté. L'aspect en est des plus satisfaisants.

Il est donc permis d'envisager comme certaine et relativement prochaine l'exécution de la Carte internationale. Le scepticisme serait hors de saison. On ne peut que s'applaudir, au point de vue scientifique, d'un succès qui est le prix d'un tel concours d'efforts persévérants et méthodiques. L'utilité d'une carte vraiment internationale par la conception et l'exécution n'est plus à démontrer. On aura ainsi, pour la première fois, un instrument de comparaison et d'étude qui, grâce à l'adaptation des parties et aux facilités d'assemblage, permettra d'embrasser l'ensemble du globe dans une image harmonique et proportionnée. En réalité, il y a de moins en moins hardiesse à considérer, ainsi que le fait M^r Penck, l'échelle du millionième comme répondant à la moyenne des connaissances. Il est bon de placer le but un peu haut. Si, pour quelques parties encore mal connues, les exigences d'un dessin hypsométrique en courbes de niveau peuvent paraître prématurées, cette difficulté, si réelle qu'elle soit, n'a pas été jugée de nature à suspendre l'exécution. On y pourvoira par un tracé provisoire en traits discontinus, signalant ainsi aux recherches la part d'inconnu désormais mieux circonscrite. On a préféré avec raison le seul mode de représentation du relief qui ait une valeur précise et ne risque pas de dégénérer en un trompe-l'œil, quitte à introduire peu à peu, par des retouches partielles, les rectifications nécessaires. L'essentiel a paru d'obtenir, dès à présent, un fond perfectible et, pour cela, de mettre l'œuvre en chantier. Il n'est pas douteux que l'Allemagne, qui a déjà à son actif le premier essai dont nous avons parlé plus haut, ne se mette en mesure d'aborder le continent asiatique. Les États-Unis, qui poussent activement l'exécution de leur carte au millionième, embrasseront le continent américain dans leur sphère de travail. Le War Office a déjà commencé, nous l'avons vu, pour l'Afrique; et il est permis de prévoir qu'il procédera de proche en proche, du Sud au Nord et de l'Est à l'Ouest.

Il y a donc urgence, si la France juge à propos de s'associer à cette œuvre internationale, à revendiquer la part que nous désirons nous attribuer. La question de partage entre les différents États ne s'est pas posée à la Conférence. Elle ne pouvait l'être; mais on peut dire qu'une interrogation muette hantait les esprits. Il est possible que chacun des gouvernements représentés soit consulté sur ses intentions : rien pourtant dans les résolutions ni dans les pourparlers ne stipule cette démarche. Il semble donc qu'il vaut mieux ne pas attendre pour faire connaître nos intentions.

Il est possible que quelques gouvernements, même de ceux dont la collaboration serait la plus indiquée et la plus désirable, se récusernt

provisoirement et se retranchent derrière la nécessité de procéder à des travaux jugés plus urgents. Ces travaux urgents ne manquent pas chez nous; cependant, il nous semblerait regrettable que notre pays s'abstînt. Les inconvénients de l'abstention seraient tels, à nos yeux, qu'ils doivent déterminer notre ligne de conduite. Il n'est pas douteux que la part à laquelle nous renoncerions trouverait aussitôt preneur. Nous sommes engagés par les services mêmes que nous doit la carte du monde. N'y aurait-il pas quelque défaillance, et comme un manquement envers nous-mêmes à abandonner à des Services étrangers le soin de mettre en œuvre, à cette occasion, les documents que nos voyageurs et nos officiers ont patiemment rassemblés sur l'Afrique du Nord-Ouest, depuis le Congo jusqu'à la Tripolitaine, sur Madagascar, sur l'Indochine? Assurément, les résolutions et les discussions en commun qui viennent d'avoir lieu ne permettent à aucun titre d'élever un doute sur les sentiments de loyauté internationale qui ont présidé à ces préliminaires; des précautions ont été prises, comme nous l'avons dit, pour que le mode de transcription respectât, en quelque sorte, l'empreinte de chaque métropole sur les colonies. Cependant, par la force des choses, le fait que des contrées qui relèvent doublement de nous, par la politique et par la science, fussent cartographiées sous une estampille étrangère, par les soins d'autrui, pourrait, en certaines circonstances, entraîner des inconvénients. Il faut être persuadé qu'une œuvre si longuement élaborée, déjà devenue un objet d'émulation internationale, sera un document auquel son origine et ses progrès ne tarderont pas à conférer un caractère d'autorité quasi officielle. Bien qu'étant surtout physique, il est à croire qu'elle sera invoquée dans les négociations diplomatiques, où il peut arriver que tel linéament d'hydrographie ou de relief serve de base à d'importantes décisions.

Si je parle surtout des possessions extra-européennes, ce n'est pas que je méconnaisse l'intérêt d'une représentation hypsométrique de la France à l'échelle susdite. Mais, comme la difficulté, en ce qui concerne l'Europe, consistera surtout dans l'unité à introduire, par voie de généralisation, entre matériaux surabondants, il y aurait, sans doute, avantage à confier cette tâche à un Institut cartographique privé, s'il en est qui soit disposé à l'entreprendre. Pour la répartition même du travail entre colonies, un correctif me semblerait nécessaire. Un partage exclusivement fondé sur les domaines coloniaux aurait, en certains cas, dans l'Afrique occidentale par exemple, l'inconvénient de morceler la tâche. Une distribution par grands ensembles serait plus favorable à la facilité et à la bonne exécution de l'œuvre cartographique. Il paraîtrait naturel que la puissance territorialement prépondérante se chargeât de l'ensemble. Des conventions à l'amiable, suivies de communications réciproques de documents, pourvoiraient

à ces éventualités. L'expérience amènera, sans doute, de tels arrangements.

Il ne faut pas se dissimuler que l'exécution de la Carte internationale du monde est une œuvre fort délicate. Malgré tous les soins concertés pour la rendre homogène, des problèmes de détail se poseront à chaque pas, exigeant non seulement la science, mais le tact du géographe. Une pareille œuvre ne peut être menée à bonne fin que par un service officiellement organisé, muni du matériel et du personnel nécessaires, comme le Geological Survey des États-Unis, la Preussische Landesaufnahme, le War Office, ou notre Service Géographique de l'Armée. Ce Service a acquis comme un droit de préemption, par l'initiative dont il a fait preuve en publiant, le premier, les feuilles de Chine au millionième. Lui seul, chez nous, possède à la fois l'outillage et l'expérience. Nul doute qu'il ne tienne à honneur de persister dans les traditions dont l'histoire a été si bien retracée par son directeur actuel, M^r le général Berthaut. Reste la question de budget. M^r Penck estimait, il y a quelques années, la dépense totale de la Carte à 4 millions de marks¹. Si notre participation devait se borner, comme il est probable, à une partie de l'Afrique et une partie moindre de l'Asie, il ne semblerait pas que les frais fussent de nature à justifier un renoncement dont nous aurions, sans doute, à regretter les conséquences.

P. VIDAL DE LA BLACHE.

1. A. PENCK, mém. cité (*Verhandlungen...*, II, p. 67).

LE TREMBLEMENT DE TERRE DU 11 JUIN 1909 DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

I. — ENQUÊTE DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

(CARTE. PL. I)

A la suite du tremblement de terre du 11 juin 1909, le Bureau Central Météorologique a ouvert immédiatement une double enquête¹ : la première, auprès des Commissions météorologiques départementales, auxquelles on demandait surtout des renseignements détaillés sur les effets principaux des mouvements du sol observés dans la région ; la seconde, auprès des maires de toutes les communes. Ceux-ci ont reçu une carte postale portant un certain nombre de questions très simples, auxquelles il suffisait de répondre par oui ou par non ; elle devait être retournée au Bureau Central avec la mention *néant*, dans le cas où aucun phénomène particulier n'aurait été observé dans la commune.

Ce dernier questionnaire avait été envoyé non seulement aux maires des dix départements du Sud-Est dans lesquels les journaux avaient signalé, dès l'abord, que les mouvements du sol avaient été sensibles, mais en plus aux sept départements entourant les premiers. On espérait ainsi arriver à délimiter exactement l'aire d'ébranlement appréciable sans le secours d'instruments ; le nombre des cartes postales expédiées a dépassé 4 500. La discussion a montré que ce nombre était insuffisant, et qu'il aurait fallu pousser l'enquête plus loin encore, notamment dans la Haute-Garonne et la Loire, où, certainement, les secousses ont dû être ressenties dans quelques localités. Il était alors trop tard pour faire ce supplément d'enquête, car les renseignements recueillis n'ont de réelle valeur que s'ils parviennent dans un délai assez court, avant que le souvenir des faits observés ne se soit affaibli ou n'ait même été altéré par la connaissance des particularités notées dans les autres localités.

Parmi les renseignements communiqués se trouve, d'abord, l'heure du phénomène ; il n'a pas semblé possible d'en tirer grand parti, car

1. Voir : ALFRED ASGOT, *Sur les tremblements de terre des 11 et 23 juin* (C. r. Ac. Sc., CXLIX, 1909, p. 71-73) ; — *Ib.*, *Sur le tremblement de terre du 11 juin 1909* (*ibid.*, p. 527-529, 1 fig. carte à 1 : 4 560 000).

les horloges, pendules ou montres dont disposent les observateurs ne sont, en général, réglées qu'à quelques minutes près; souvent même l'erreur est beaucoup plus grande. Il en est de même des indications relatives à la direction apparente des mouvements du sol; au moins dans la généralité des cas, cette direction est notée sans aucune précision, et l'on rencontre parfois des divergences énormes entre les directions notées dans des localités limitrophes. Peut-être quelques unes de ces divergences sont-elles réelles et doivent être attribuées à des particularités locales dans la constitution du sol; mais il faudrait, pour s'en rendre compte, un examen rigoureux qui n'a pas encore été possible. On n'a retenu, pour le moment, que les données relatives à l'intensité des secousses.

Ces secousses ont été au nombre de deux, qui ont été signalées par la plupart des observateurs, même à de grandes distances du foyer de l'ébranlement. La première a été notée, à l'Observatoire de Marseille, à 9 h. 16 m. 3 s. du soir; elle a débuté par un mouvement léger, durant de deux à trois secondes, auquel a succédé, après un court intervalle, une secousse, beaucoup plus forte, de quatre à cinq secondes de durée, et à laquelle paraissent corres-

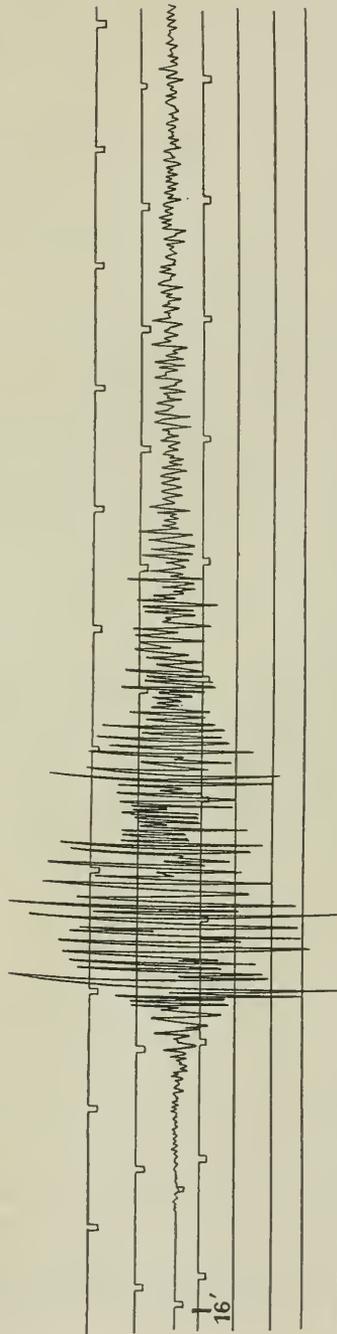


FIG. 1. — Portion principale du séismogramme obtenu à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur (composante E-W) lors du tremblement de terre du 11 juin 1909 (première secousse). — Cette portion va de 9 h. 16 m. à 9 h. 26 m.

pondre les phénomènes de destruction. La seconde secousse, plus courte et beaucoup moins forte, a été notée, à Marseille, à 9 h. 40 m. 4 s. Ces deux secousses ont été accompagnées des phénomènes bien connus : grondements souterrains, effroi des animaux domestiques ; quelques observateurs prétendent même avoir aperçu des lueurs, mais ce n'est probablement qu'un effet de suggestion.

A l'Observatoire du Parc-Saint-Maur, on avait à ce moment deux séismographes en fonction : un séismographe photographique Milne, qui ne donne pas, dans l'évaluation de l'heure, une exactitude suffisante, et un séismographe Wiechert petit modèle (masse mobile de 200 kgr. et amplification 80), sur lequel on peut apprécier l'heure à une seconde près. Le début de la première secousse a été noté à 9 h. 16 m. 22 s. (temps moyen de Paris) ; les oscillations, de très faible amplitude, ont une période moyenne d'une seconde environ. Vers 9 h. 17 m. 20 s., la période des oscillations devient beaucoup plus grande, de 5 à 7 secondes, ainsi que l'amplitude, qui atteint 4 mm. sur le tracé. Enfin, à 9 h. 18 m., commencent les grandes oscillations, dont l'amplitude maxima atteint sur le tracé 28 mm. pour la composante E-W et 23 mm. pour la composante N-S. Elles avaient une période moyenne de 6 secondes, mais il s'y superposait des oscillations irrégulières plus rapides. L'amplitude des oscillations devient beaucoup plus petite vers 9 h. 22 m., puis décroît progressivement, et toute trace d'agitation a momentanément disparu à 9 h. 34 m. La seconde secousse débute, à Saint-Maur, à 9 h. 47 m. 57 s. ; les oscillations, de faible amplitude, mais rapides (de 1 à 2 secondes), ont complètement cessé à 9 h. 53 m. La figure ci-jointe (fig. 1) reproduit, aussi exactement qu'il a été possible, la partie principale du séismogramme obtenu au Parc-Saint-Maur lors de la première secousse, et qui donne la composante des mouvements du sol dans la direction E-W.

Sur les 4 500 questionnaires environ distribués aux maires des 17 départements sur lesquels a porté l'enquête, il est parvenu 4 245 réponses, affirmatives ou négatives, nombre suffisant pour dresser, au moins dans ses grands traits, la carte de l'intensité de la première secousse (secousse principale). Le tracé de cette carte présente, cependant, des difficultés spéciales, car souvent le mouvement du sol n'a pas présenté la même intensité sur toute l'étendue d'une même commune. Beaucoup de réponses spécifient que la secousse a été beaucoup plus forte dans certains hameaux que dans les autres ; souvent, les mouvements ont été faibles ou nuls dans les maisons construites directement sur le rocher, tandis qu'ils étaient très nets dans les hameaux reposant sur un terrain d'alluvion. La carte ci-jointe (pl. 1) présente donc quelques incertitudes inévitables et ne peut être considérée que comme donnant une représentation d'ensemble du phénomène. Pour entrer tout à fait dans le détail, il aurait

fallu disposer d'un nombre beaucoup plus grand d'observations et les pointer sur des cartes géologiques à très grande échelle.

Sous cette restriction, la carte a été tracée de la manière suivante : sur les petites cartes départementales publiées par G. Guérin & C^{ie}, où se trouvent marquées la plupart des communes et les divisions en cantons, on a pointé, sur chaque station, le chiffre indiquant le degré d'intensité de la secousse, d'après l'échelle bien connue Forel-Mercalli¹. On a choisi exprès des cartes politiques, pour ne pas se laisser influencer involontairement, dans le tracé ultérieur des courbes, par les particularités physiques, orographiques ou géologiques. On a ensuite fait passer des courbes par les points qui séparaient les régions correspondant aux diverses intensités. Quand plusieurs stations voisines donnaient des nombres un peu discordants, on a calculé séparément, pour chaque canton, l'intensité moyenne résultant de l'ensemble des réponses de ce canton, et l'on a rectifié ensuite, dans le détail, les courbes ainsi obtenues, en tenant compte, autant qu'il a été possible, des observations individuelles. On a enfin reporté les courbes obtenues pour chaque département sur une carte muette à l'échelle de 1 : 1 500 000. C'est cette carte définitive qui est reproduite ici.

Les parties teintées de la carte désignent les régions sur toute l'étendue desquelles les réponses sont affirmatives, c'est-à-dire où toutes les communes ont signalé des mouvements appréciables ; l'intensité des secousses est indiquée par des teintes variées, correspondant aux divers degrés de l'échelle Forel-Mercalli et qui sont indiquées sur la légende. Les points isolés, en dehors de la région teintée, marquent les communes qui ont signalé des mouvements appréciables dans les régions où les autres communes, voisines ou intermédiaires, ont envoyé des réponses négatives. Dans la plupart de ces points isolés, l'intensité n'a pas dépassé le degré II de l'échelle, c'est-à-dire la limite inférieure de perceptibilité.

On remarquera que les courbes de même intensité, ou courbes isoséistes, qui, faute d'observations en nombre suffisant, sont le plus souvent figurées comme des ellipses, présentent, en réalité, de très grandes irrégularités. Ces irrégularités sont certainement en rapport avec la structure géologique ; certains terrains sont plus aptes à transmettre les mouvements ou offrent peut-être des phénomènes de résonance. On voit, en particulier, que le tremblement de terre du 11 juin 1909 a montré une tendance remarquable à se propager au loin par les vallées, notamment dans les vallées du Rhône, de l'Aude, de la Tet et du Lot. Par exemple, dans l'arrondissement de Tournon, sur 120 communes

1. Est ainsi désignée l'échelle de ROSSI-FOREL, avec les degrés d'intensité modifiés par G. MERCALLI. Voir : COMTE DE MONTESSUS DE BALLORE. *La Science sismologique*, Paris, Librairie Armand Colin, 1907, p. 51 et suiv.)

qui ont répondu au questionnaire, 9 seulement signalent un mouvement appréciable : deux d'entre elles sont sur les bords de l'Érioux, et les sept autres exactement le long du Rhône. Par contre, dans le département de Vaucluse, où les secousses ont été généralement fortes, les mouvements ont été insensibles, ou même nuls, dans la région montagneuse des cantons de Mormoiron et de Sault. On n'a absolument rien ressenti, notamment, à l'Observatoire du Mont Ventoux. Le rapprochement de cette carte avec les cartes géologiques paraît donc devoir conduire à des conclusions intéressantes.

La région d'intensité maxima comprend douze communes du département des Bouches-du-Rhône : Vernègues, Charleval, La Roque d'Anthéron, Salon, Pélissanne, La Barben, Lambesc, Saint-Cannat, Rognes, Le Puy-Sainte-Réparate, Venelles et Meyrargues. Dans toutes ces communes, au moins par places, l'intensité a atteint ou dépassé le degré ix de l'échelle Forel-Mercalli (destruction partielle ou totale des édifices). La surface occupée par cette région épicertrale peut être évaluée à 360 kmq. environ; elle est comprise tout entière dans l'arrondissement d'Aix, sauf la commune de Vernègues (arrondissement d'Arles). La zone d'intensité viii, qui entoure cette région centrale, comprend, en dehors du département des Bouches-du-Rhône, quelques communes de Vaucluse, dans les cantons de Cadenet et de Pertuis. Nous signalerons enfin les cantons où l'intensité moyenne a atteint ou dépassé v, c'est-à-dire est représentée par le degré vi ou les degrés supérieurs. Pour calculer cette intensité moyenne, on a simplement divisé par le nombre de communes du canton la somme des intensités indiquées pour chacune d'elles. Ces cantons, au nombre de 20, appartiennent à quatre départements contigus; ils sont rangés ici par ordre d'intensité décroissante :

Bouches-du-Rhône : Lambesc (intensité moyenne 9,5); Peyrolles (8,4); Salon (8,3); Eyguières (8,1); Aix-Nord (8,0); Aix-Sud (7,5); Istres (6,5); Orgon (6,4); Trets (6,3); Berre (6,0); Roquevaire (5,8); Martigues (5,5).

Vaucluse : Cadenet (7,1); Pertuis (6,6); Bonnieux (6,3); Avignon (6,0); Cavaillon (5,7).

Gard : Saint-Gilles-du-Gard (6,5); Aignes-Mortes (5,7).

Basses-Alpes : Manosque (5,8).

Il est superflu d'insister plus longtemps sur les particularités que présente la carte et qui se remarquent d'elles-mêmes.

Des secousses paraissent avoir été observées, en outre, dans certaines régions isolées, situées parfois à de grandes distances des limites apparentes de la zone ébranlée. Je citerai quelques exemples que l'on a bien voulu me communiquer directement, et qui présentent les garanties les plus grandes d'exactitude.

A Lyon, M^r Simon, ingénieur, était à sa table de travail, les coudes appuyés et la tête dans les mains, au troisième étage d'une maison solide. Il ressentit trois ou quatre oscillations assez lentes E-W, et, en même temps, une lampe électrique suspendue à un fil se mettait à osciller dans le même sens. Pensant immédiatement à un mouvement séismique, M^r Simon a noté l'heure et a vérifié le lendemain matin l'état de sa montre à une horloge de la ville, réglée par l'Observatoire. L'heure des secousses était 9 h. 19 m. 45 s., et M^r Simon estime que l'incertitude sur cette heure ne dépasse pas 10 secondes, en plus ou en moins.

M^r le premier président Cunisset-Carnot possède, dans sa propriété, à 8 km. de Dijon, une très belle source, qui sort sous des rochers et qui reste toujours parfaitement pure et transparente, même après de longues périodes de pluie. Le matin du 12 juin, on a remarqué que l'eau sortait boueuse, bien qu'il ne se fût produit ni pluie ni orage; vers midi, elle était redevenue tout à fait transparente.

Dans le département de la Dordogne, notamment dans les environs de Sarlat, plusieurs personnes, assises ou couchées, ont nettement ressenti les secousses. En particulier, un de mes amis, professeur de physique en retraite, m'a signalé qu'une personne de sa famille, couchée, avait senti, vers 9 h. 30 m., son lit remuer avec assez de force pour qu'elle fût obligée de se cramponner. On avait cru, sur le moment, à un étourdissement passager, et c'est le lendemain seulement que les journaux ont apporté la nouvelle du tremblement de terre.

Une autre observation m'a été transmise par le gardien du phare de Contis (Landes), qui, se trouvant dans la lanterne du phare, a perçu nettement une secousse qui ne paraissait justifiée ni par le vent ni par l'état de la mer.

A Bordeaux, dans une salle au rez-de-chaussée donnant sur un jardin, au milieu d'un calme complet, M^r A. Leroux, archiviste départemental honoraire, a vu tout à coup une lourde lampe suspendue se mettre à osciller; la pendule marquait alors 9 h. 20 m. Enfin, à l'Observatoire de Bordeaux, situé en dehors de la ville, sur la colline de Floirac, les astronomes du Service n'ont rien ressenti directement, mais la pendule sidérale Fénon n° 27, munie d'un échappement à ressort très sensible, s'est arrêtée, sans cause apparente, à 9 h. 17 m. 30 s. Remise en marche, elle a fonctionné depuis sans interruption.

Ces faits, absolument sûrs, prouvent que la secousse a été ressentie directement à de grandes distances du centre d'ébranlement.

Les documents recueillis permettent, enfin, d'évaluer avec une assez grande précision l'étendue de la surface sur laquelle la secousse a été sensible. Pour faire cette évaluation, on a calculé, dans chaque

arrondissement, le rapport entre le nombre des réponses affirmatives, signalant que des mouvements du sol ont été réellement observés dans la commune, et le nombre total des réponses reçues, affirmatives et négatives (aucun mouvement observé). On a ensuite multiplié par ce rapport la surface totale de l'arrondissement. Nous donnons ci-dessous le résultat de ce calcul, mais seulement par départements :

Départements.	Réponses		Rapport en centièmes.	Surface ébranlée. Kmq.
	affirmatives.	totales.		
Bouches-du-Rhône.	110	110	100	5 248
Var.	144	145	99	5 977
Vaucluse	144	118	97	3 480
Gard.	310	345	90	5 286
Alpes-Maritimes.	137	154	89	3 251
Basses-Alpes	204	247	83	5 450
Hérault.	260	331	79	4 801
Drôme	111	362	31	1 836
Ardèche.	95	314	30	1 775
Lozère.	44	176	25	1 372
Pyrénées-Orientales	42	187	22	908
Hautes-Alpes	41	186	22	998
Tarn	57	300	19	1 212
Aude.	75	414	18	1 414
Haute-Loire.	41	243	17	910
Aveyron.	45	268	17	1 656
Ariège.	15	315	5	250
Total.	1 875	4 245		45 824

On remarquera dans ce tableau la variation brusque du rapport qui représente la surface relative ébranlée (rapport en centièmes) entre les sept premiers départements et les suivants; c'est dans ces sept départements seulement que les secousses ont été ressenties d'une manière tout à fait générale.

Dans les 17 départements étudiés, la surface ébranlée est donc évaluée à 45 824 kmq. Ce nombre est certainement très inférieur à la réalité : d'une part, l'enquête aurait dû être étendue à un plus grand nombre de départements qu'on n'avait pu le croire utile dès l'abord ; d'autre part, même dans les départements considérés, un certain nombre de réponses sont négatives, probablement parce que la population était endormie au moment du phénomène ou qu'il ne s'est pas trouvé d'observateur assez attentif pour noter un mouvement très faible. C'est surtout pour cette raison que, dans le tracé des courbes isoséistes, il a été prudent de ne commencer qu'à la courbe d'intensité III, qui correspond à un mouvement assez facilement appréciable.

Il ne m'appartient pas d'insister ici sur la cause qui a produit ce tremblement de terre. Cette étude rentre dans le domaine de la géo-

logie, et l'on verra ci-dessous les résultats d'un grand intérêt auxquels est arrivé M^r P. Lemoine pour la région qu'il a visitée. Comme, du reste, l'immense majorité des tremblements de terre, le cataclysme du 11 juin 1909 est dû à des causes purement tectoniques. Le long d'une grande faille, comme à San Francisco et à Messine, ou même, comme en Provence, le long de simples plis, il se produit un jeu entre les deux lèvres de la faille ou sur les bords du pli. Les phénomènes volcaniques, auxquels la croyance populaire attribue d'ordinaire les tremblements de terre, n'ont, le plus souvent, rien à voir dans ces mouvements du sol.

Les études séismologiques, si longtemps négligées en France, semblent sur le point d'y être assurées maintenant d'une manière systématique. Elles ont été confiées au Bureau Central Météorologique, qui n'attend plus, pour les organiser, que les ressources indispensables demandées au Parlement. Dès que ces ressources seront acquises, le Service pourra fonctionner régulièrement. Le Bureau compte alors publier, *in extenso*, dans ses *Annales*, tous les documents réunis pour l'étude du tremblement de terre du 11 juin, la première qui ait été faite en détail pour un tremblement de terre ressenti en France.

ALFRED ANGOT,

Directeur du Bureau Central Météorologique

II. — OBSERVATIONS SUR PLACE DANS LA RÉGION DÉVASTÉE

Le tremblement de terre du 11 juin 1909, qui s'est fait sentir sur une très grande portion du Sud-Est de la France, n'a produit de dégâts que dans une partie des départements des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse. C'est cette région que j'ai parcourue, afin de me rendre compte des relations qui pouvaient exister entre la nature et la structure du sol et les dégâts commis par le séisme.

Structure géologique des pays dévastés. — La structure géologique des pays dévastés par le tremblement de terre est très compliquée dans le détail; mais, au point de vue géographique, elle peut se schématiser facilement (fig. 1). Des massifs calcaires d'âge jurassique et crétacé constituent les parties montagneuses; ils sont plissés et disloqués. A leur surface et dans leur intervalle se trouvent des argiles et des marnes du Crétacé supérieur et du Tertiaire, également plissées et faillées, qui masquent souvent les grandes dislocations affectant les calcaires sous-jacents. Enfin, en un point, à Beau lieu, s'élèvent les ruines d'un ancien volcan oligocène, complètement

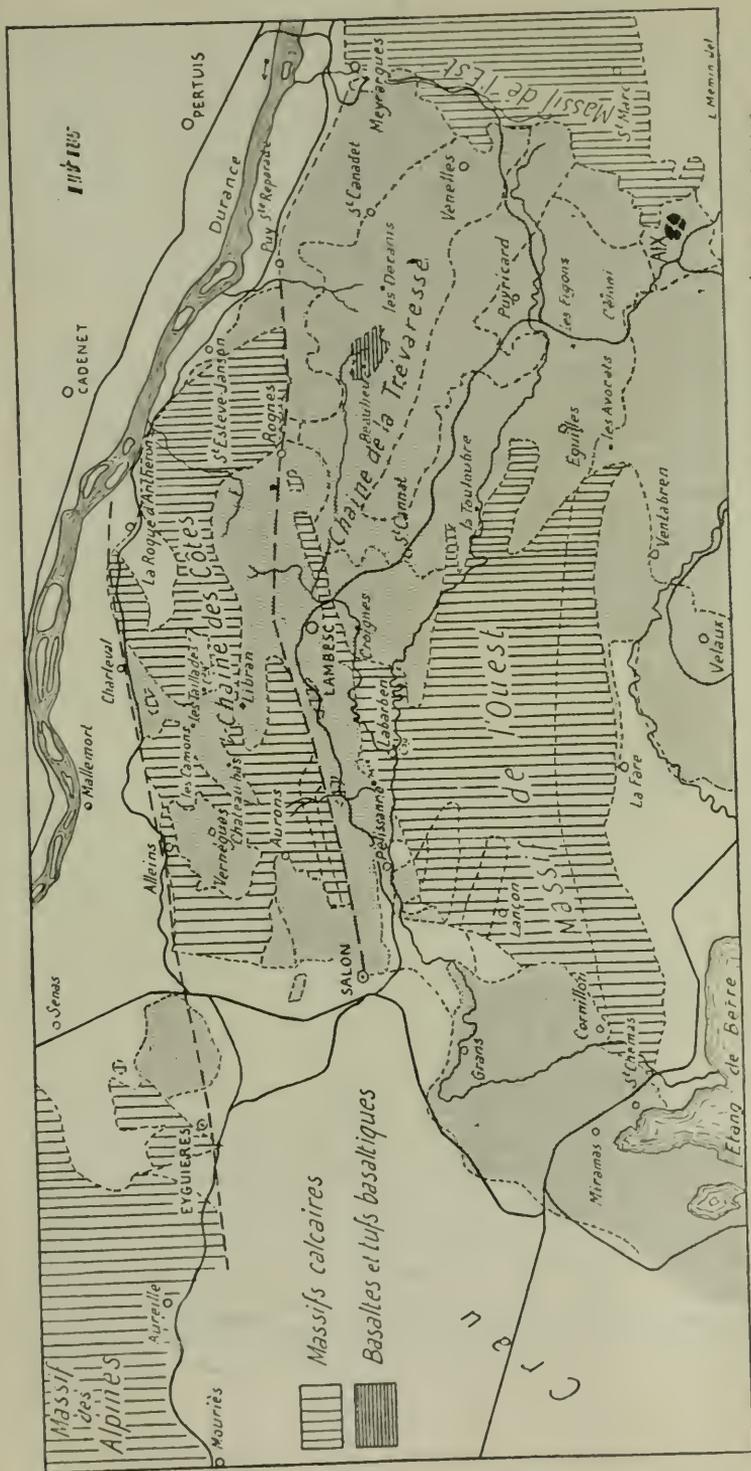


FIG. 1. — Carte géologique schématique de la région dévastée par le tremblement de terre du 11 juin 1909. Échelle, 1 : 320 000.

Le pointillé indique les sédiments marneux d'âge crétacé supérieur ou tertiaire.

éteint depuis plusieurs périodes géologiques et constitué par des coulées de basalte, accompagnées de tufs et de scories.

La dislocation tectonique la plus importante est une grande faille qu'indique de la façon la plus nette la Carte géologique détaillée publiée en 1889 par le Ministère des Travaux Publics. Le long de cette ligne, les dépôts miocènes viennent buter brusquement contre les couches calcaires d'âge secondaire, souvent redressées jusqu'à la verticale. Cette faille a été reconnue et marquée par L. Collo¹ entre Pélissanne et Lambesc. Au delà, elle est masquée par les dépôts miocènes; elle ne réapparaît guère qu'à Rognes. Là, entre Rognes et Le Puy-Sainte-Réparate, une petite bande de Rognacien (Crétacé supérieur) vient s'intercaler sur le bord du massif calcaire d'âge crétacé inférieur. Une autre faille, assez importante, se trouve plus au Nord, séparant le massif calcaire, dit chaîne des Côtes, de la vallée de la Durance. Il est probable que cette faille se prolonge sur le Sud du massif des Alpes.

En dehors de ce massif calcaire de la chaîne des Côtes, ainsi intercalé entre deux fractures, se trouvent, au Sud-Ouest et au Sud-Est, deux autres massifs calcaires, que je désignerai sous le nom de massif de l'Est et de massif de l'Ouest et qui me paraissent avoir joué un rôle important dans le mode de propagation du tremblement de terre.

Répartition des dégâts causés. — Il serait trop long de décrire ici en détail les dégâts causés aux diverses communes sinistrées: je l'ai, d'ailleurs, fait dans d'autres recueils².

Il ne s'est produit aucune crevasse importante du sol; on en a signalé quelques petites en terrain meuble, à substratum argileux; elles sont dues non pas tant au tremblement de terre lui-même qu'aux phénomènes consécutifs de celui-ci. Des explications analogues s'appliquent aux éboulements des rochers qui se sont produits à Vernègues, à Meyrargues. Les seuls effets bien nets dus au séisme sont ceux qu'il a produits sur les maisons, et l'on peut dire, à cet égard, que chaque immeuble constitue un séismoscope naturel, dont il faut utiliser les indications à défaut d'autre, et malgré les nombreuses causes d'erreurs que cette utilisation comporte.

J'ai donc noté sur une carte à 1 : 80 000, pour chacun des points (environ 300) que j'ai vus, l'importance des dégâts causés, et je l'ai évaluée en chiffres d'après l'échelle de Mercalli. Cette carte, réduite à l'échelle de 1 : 160 000 (fig. 2), permet de se faire une idée de la

1. Feuille n° 233 (Aix) de la *Carte géologique détaillée de la France*, 1889.

2. PAUL LEMOINE. *Sur les relations tectoniques du tremblement de terre de Provence* (C. r. Ac. Sc., CXLVIII, 1909, p. 1696-1698; 1 fig. croquis. — *Id.*, *Observations faites sur le tremblement de terre de Provence (11 juin 1909)* Bull. Soc. Philomathique de Paris, x^e sér., 1, 1909, n° 3, 34 p., 6 fig. croquis.

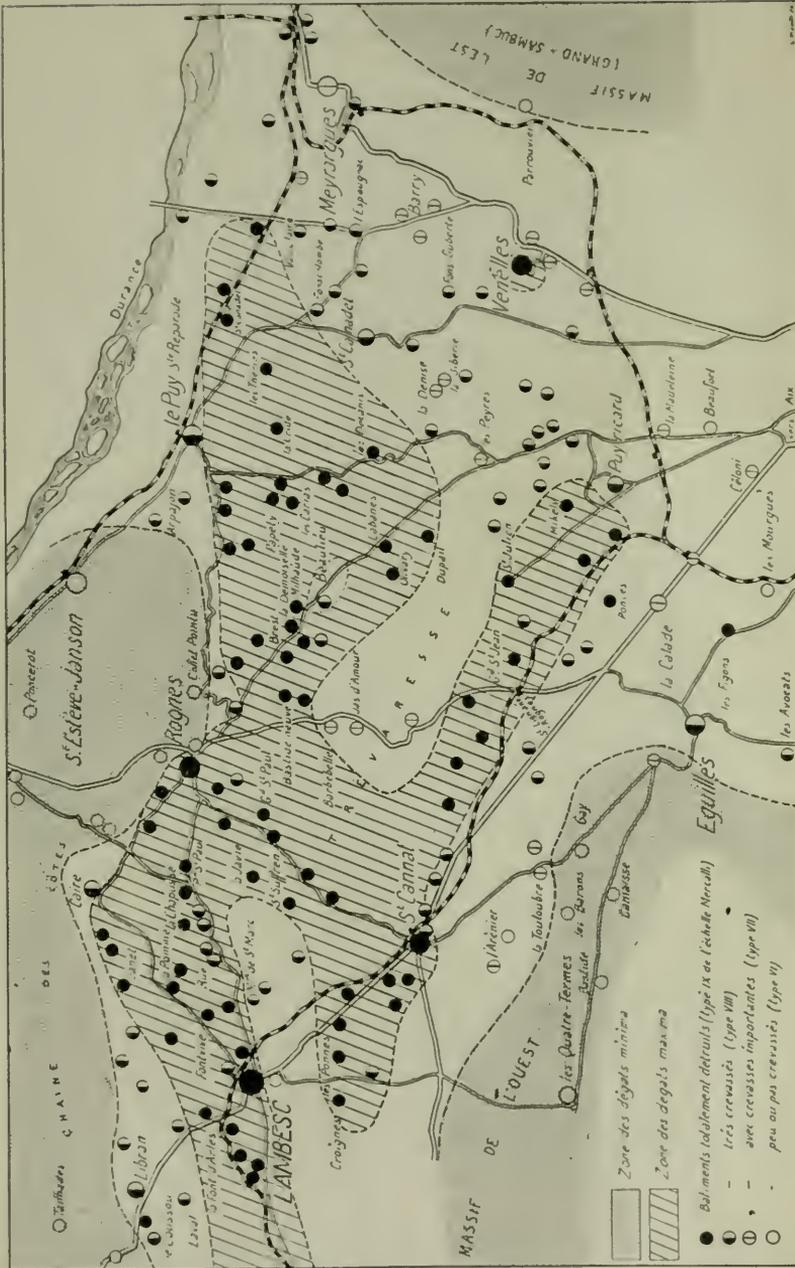


Fig. 2. — Carte représentant l'allure des courbes isoséismes dans la région dévastée. Échelle, 1 : 160 000.

variation d'intensité du séisme suivant les localités; la réduction élimine la plupart des causes d'erreur qui auraient pu s'introduire.

J'ai, d'ailleurs, procédé à une vérification intéressante de quelques-unes de ces données, en comparant, dans un tableau que j'ai dressé et que je donne ci-dessous, mon estimation globale des dégâts à l'évaluation qu'a faite le Service vicinal des Bouches-du-

COMMUNES ¹ .	NOMBRE D'HABITANTS.	VALEUR DES DOMMAGES en francs.	DOMMAGE PAR HABITANT en francs.	TYPE dans l'échelle MERCALLI.
Saint-Cannat.	1 238	2 000 000	1 615	Type IX.
Rognes ²	1 356	1 610 000	1 034	Type IX.
Vernègues.	298	300 000	1 006	Type IX.
Lambesc.	2 359	2 100 000	928	Type IX.
Le Puy-Ste-Réparate. .	1 335	1 200 000	890	Types VIII et IX.
La Roque d'Anthéron. .	1 548	1 200 000 ³	774 ³	Type VIII.
Venelles.	509	250 000 ⁴	491 ⁴	Type IX.
Vauvenargues ⁵	223	90 000	403	
Pelissanne.	1 549	600 000	387	Type VIII.
Éguilles.	888	315 000 ³	354 ³	Type VII ou VIII.
Salon.	13 897	4 600 000	331	Type VIII ou IX.
Meyrargues.	950	300 000 ³	315 ³	Types VII et VIII.
Éguilles.	888	200 000 ³	225 ³	Type VII ou VIII.
Saint-Estève ³	102	20 000	196	
Alleins.	814	150 000	184	Type VII ou VIII.
La Barben.	282	50 000	177	Types IX et VII.
La Roque d'Anthéron. .	1 548	250 000 ⁴	161 ⁴	Type VIII.
Peyrolles.	886	140 000	158	Type VI.
Cornillon.	338	50 000	148	Type VII.
Saint-Paul.	273	40 000	146	Type VI.
Mallemort.	2 195	300 000	137	Type VII ou VIII.
Saint-Marc ⁵	79	10 000	127	
Grans.	1 773	200 000	112	Type VII.
Charleval.	891	60 000 ³	67 ³	Type VII ou VIII.
Aurons.	184	10 000	54	Type VII ou VIII.
Meyrargues.	950	50 000 ⁴	52 ⁴	Types VIII et VII.
Jouques.	1 218	50 000	41	
Charleval.	891	20 000 ⁴	22 ⁴	Type VII ou VIII.
Istres.	3 681	60 000	16	
Laucou.	1 262	20 000	15	Type VI.
Eyguières.	2 267	20 000	9	Type VII.
Mouriès.	1 500	10 000	6	Type VI ou VII.

1. Les chiffres de population, qui diffèrent parfois des chiffres du recensement de 1906, nous ont été fournis par la Préfecture des Bouches-du-Rhône. — 2. Y compris l'Asile départemental de Caire-Val. — 3. Chiffre trop fort : estimation du maire rectifiant le chiffre officiel. — 4. Chiffre trop faible : estimation officielle ayant fait l'objet d'une rectification. — 5. Je n'ai visité ni Vauvenargues, ni Saint-Marc. Pour Saint-Estève, les dégâts portent sur des maisons très éloignées du centre de la commune.

Rhône des dommages causés par le tremblement de terre. Cette évaluation a été faite par commune ; comme on connaît, d'autre part, le nombre des habitants par commune, on a facilement le dégât moyen causé par le cataclysme à chaque habitant. Le chiffre obtenu devrait

être, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à l'intensité du tremblement de terre. Malheureusement, il faut tenir compte d'un certain nombre de causes d'erreurs :

1° Le mode d'évaluation. Il a été fait sommairement, pour avoir un chiffre global à présenter rapidement au Parlement ; pour certaines communes, il est certainement inexact. Mais, dans le cas où il était trop faible, des protestations ont eu lieu, et des chiffres supérieurs, généralement trop forts, ont été indiqués par les maires. Il en résulte que, pour certaines communes, on a souvent deux chiffres, parfois très différents.

2° La richesse de la population. Il est bien certain que, à intensité égale, le tremblement de terre cause des dommages plus importants à des habitants riches, occupant des maisons de valeur, qu'à des habitants pauvres, logés dans des immeubles délabrés. A cet égard, les chiffres fournis par les villages ruraux seront toujours plus faibles que ceux fournis par les gros bourgs ou les villes.

3° Dans les pays très atteints, on n'a estimé que les dégâts les plus apparents ; le chiffre serait donc plutôt un peu faible. Dans les pays peu atteints, l'attention a été attirée sur les moindres dommages, et les chiffres sont généralement trop élevés.

4° Enfin, il faut tenir compte de ce fait que, dans une même commune, il y a des portions abimées et d'autres à peu près intactes, de sorte que la valeur des dégâts moyens par habitant est forcément inexacte.

Malgré ces causes d'erreurs, la coïncidence est intéressante à mettre en relief. Elle apparaît assez nettement dans le tableau ci-dessus. Ainsi, la plupart des localités où j'estime que l'intensité du séisme a été du type ix, ont des dégâts qui ont été évalués à environ 1 000 fr. par habitant ; ceux où elle a été du type viii ont des dégâts qui oscillent autour de 300 fr., etc.

Rapport entre les zones dévastées et la tectonique. — Si l'on essaie de se rendre compte des rapports qui existent entre les zones dévastées et les lignes tectoniques, on est immédiatement frappé de ce fait que la plupart des villages sérieusement atteints se trouvent en ligne droite : Salon, Pélissanne, Lambesc, Rognes, Le Puy-Sainte-Réparate. Or cette ligne droite coïncide avec la grande faille signalée plus haut ; de plus, c'est sur cette ligne que l'on a observé les rares secousses prémonitoires et les secousses postérieures, plus nombreuses, qui, périodiquement, jettent l'effroi parmi les populations sinistrées. Sur une autre droite, coïncidant, celle-là, avec la faille au Nord du massif des Côtes, s'alignent les villages de Mouriers, Aureilles, Eyguières, Alléins, Mallemort, Charleval, La Roque d'Anthéron, qui, quoique moins éprouvés que les précédents, ont été cependant

assez atteints. Cette double coïncidence me paraît éminemment suggestive.

Il faut y ajouter ce fait que le massif calcaire de la chaîne des Côtes, situé entre ces deux lignes de villages sinistrés, a été très peu éprouvé. A vrai dire, ce massif calcaire est peu habité, de sorte que l'on n'a sur l'intensité du tremblement de terre que des données assez disséminées. Cependant, celles-ci sont fort typiques : ainsi, Aurons n'a eu que quelques maisons endommagées. Plus loin, au-dessous de Vernègues, situé sur le Miocène et si cruellement éprouvé, le Château-Bas et le petit temple romain de Diane, bâtis sur le calcaire, n'ont presque aucun dommage. Il est, d'ailleurs, de notoriété publique à Rognes que ce massif calcaire, que l'on y désigne sous le nom de Grand-Soleilland, a très peu souffert du cataclysme.

Ainsi donc, le massif calcaire placé entre les deux failles n'a éprouvé les secousses qu'avec peu de violence. Il a peut-être bougé, mais il n'a pas vibré. Il faut faire exception, cependant, pour les points où ce massif calcaire est recouvert par une couverture de terrains plus récents ; tel était le cas à Vernègues, situé sur un sommet très élevé, constitué par de la molasse miocène. Celle-ci a joué, sur le massif calcaire, le rôle de la limaille sur une plaque de fer : elle a vibré, tandis que le massif calcaire remuait seulement ; cette vibration a détruit le village.

Ainsi donc, l'examen de ces deux zones de villages éprouvés sur les deux bords du massif des Côtes et le fait que ce massif a été préservé me portent à penser que le rôle séismogénique de la grande faille Salon-Rognes est indiscutable : tout s'est passé comme si le compartiment de calcaires massifs qui constitue la chaîne des Côtes avait eu une tendance à remuer entre les deux failles. Celles-ci étant dirigées grossièrement de l'Est vers l'Ouest, le mouvement du compartiment a dû se faire du Nord vers le Sud (ou du Sud vers le Nord). Cette hypothèse est corroborée par ce fait que ce sont précisément les façades Nord et Sud des bâtiments qui sont le plus atteintes.

Rôle des massifs calcaires de l'Est et de l'Ouest. — Mais les localités que je viens de citer ne sont pas les seules qui aient été atteintes par le sinistre. Il en est d'autres, comme Saint-Cannat, Venelles et Puyricard, qui se trouvent en dehors des grandes lignes de fracture. On constate immédiatement que ces villages complètent une sorte de cercle autour de la chaîne de la Trévaresse, et quelques auteurs ont émis l'hypothèse que la Trévaresse, et en particulier l'ancien volcan de Beaulieu, qui se trouvent à peu près au centre de ce cercle, constituaient l'épicentre du tremblement de terre.

Dans cette hypothèse, c'est là qu'on devrait trouver les points les plus ébranlés ; or, en parcourant personnellement le pays, j'ai pu me

convaincre que, seuls, les bords de la chaîne de la Trévaresse étaient ébranlés, et que le sommet de cette rangée de hauteurs l'était relativement peu. Bien plus, tandis que les fermes qui en dépendent, et qui sont situées sur le Miocène, sont éprouvées, le château de Beaulieu, bâti sur les basaltes et les tufs basaltiques, est resté à peu près intact : les dégâts extérieurs y sont presque nuls ; dans la chapelle du château, les vases sont restés en place ; dans le château même, les lampes, les bouteilles, les bustes n'ont pas bougé ; ce n'est qu'au deuxième étage que l'on aperçoit, en petit nombre, quelques objets mobiles renversés et quelques cassures. Le clocheton du château est partiellement tombé, mais il était en réparation.

Ces constatations sont importantes, car elles enlèvent toute possibilité de considérer la chaîne de la Trévaresse et le petit pointement basaltique de Beaulieu comme l'épicentre, comme la cause du séisme : bien au contraire, ces points forment une sorte d'îlot des types VII et VIII, au milieu de la zone de type IX.

Je crois que, pour avoir l'explication du phénomène, il faut remarquer que les deux massifs calcaires à l'Est et à l'Ouest d'Aix sont restés relativement très stables. Celui de l'Est peut s'appeler massif du Grand Sambuc. La portion de Meyrargues située sur ces calcaires a résisté assez bien ; les quelques habitations disséminées sur le reste du massif sont peu ou pas atteintes. Celui de l'Ouest, placé d'une façon à peu près symétrique par rapport à la région dévastée, est resté également presque intact ; en dehors des habitations isolées, on peut y citer le village de Lançon, où les dégâts sont si faibles que le maire a refusé les secours qu'on lui offrait pour sa commune. L'existence de ces deux massifs calcaires stables, de part et d'autre de la région affectée, ne peut pas être restée sans influence sur la répartition du séisme, et je crois que c'est là qu'il faut chercher l'explication des dégâts considérables constatés à Saint-Cannat, Puyricard et Venelles.

L'ébranlement du massif calcaire de la chaîne des Côtes a fait naître, à partir de la ligne d'ébranlement, une série de secousses ondulatoires, qui se sont propagées à la façon des ondes que la chute d'un caillou fait naître dans un bassin. Ces ondes séismiques ont évidemment été plus importantes et plus dévastatrices dans la région épicentrale, là où se trouvent les villages les plus affectés. Au fur et à mesure qu'elles s'éloignaient de cette région épicentrale, elles ont rencontré les deux massifs calcaires stables de l'Est et de l'Ouest ; ceux-ci ont peut-être bougé un peu, mais ils se sont opposés à la translation facile des ondes séismiques. Ils ont, somme toute, joué le rôle d'écrans. Obligées de se resserrer dans leur intervalle, les ondes séismiques sont devenues plus violentes dans l'espace de cul-de-sac ainsi formé et y ont produit de grands dégâts, à Saint-Cannat, Puyri-

card et Venelles. Je ne saurais mieux comparer le phénomène qu'à celui qui se produit dans le cul-de-sac du Mont Saint-Michel, où l'effet de la marée de la Manche atteint, comme on le sait, son maximum.

Le même phénomène a dû se produire au Sud de Salon; entre le massif calcaire de l'Ouest et la Crau se trouve une série de villages à dégâts relativement intenses, intercalés entre des points à dégâts moins grands. Mais, l'ébranlement originel étant moins fort à hauteur de ce point, les dommages ont été aussi moins intenses¹.

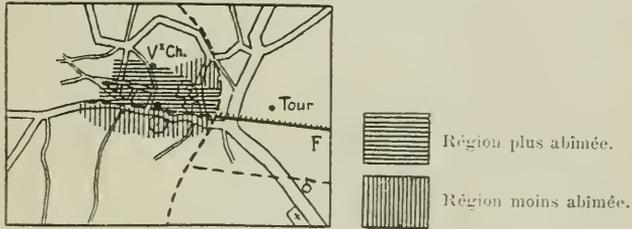


FIG. 3. — Schéma de la répartition des dégâts à Rognes.

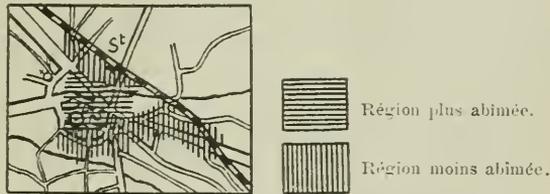


FIG. 4. — Schéma de la répartition des dégâts à Saint-Cannat.

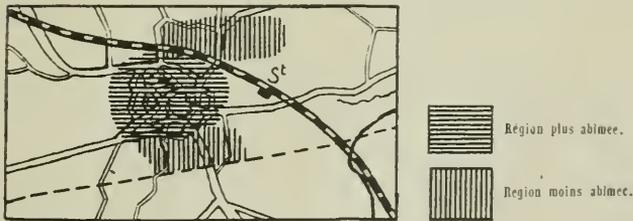


FIG. 5. — Schéma de la répartition des dégâts à Lambesc.

Irrégularité dans les dégâts produits. — Un fait qui frappe immédiatement lors d'une visite aux pays sinistrés, c'est l'irrégularité dans les dégâts commis (fig. 3-5). A côté des points où tout est démoli, où

1. La localisation des dégâts sur certains terrains paraît avoir frappé beaucoup d'observateurs. M^r LAUGIER, directeur des Écoles à Salon, m'a dit avoir remarqué l'importance des dommages sur la molasse miocène; cela est exact pour la région Nord; mais Saint-Cannat, Puyricard, Venelles, Éguilles ne sont pas sur ce terrain.

pas une maison n'est debout ou n'en restera debout, on en trouve où les dommages sont beaucoup moins graves. De multiples considérations peuvent expliquer ces faits.

Il y a tout d'abord la nature du sous-sol qui joue un rôle important.

L'état de vétusté des maisons intervient aussi: toutefois, l'on a constaté bien souvent que les maisons paraissant les plus solides n'ont guère été épargnées, et que, parfois, les maisons les plus vieilles ont peu souffert; je citerai, parmi celles-ci, les très anciennes masures qui se trouvent au-dessous du château de Meyrargues et quelques vieux immeubles près de la mairie de Rognes. L'état des édifices n'est donc pas un facteur prédominant.

Un autre fait qui intervient certainement dans la destruction des immeubles, c'est leur hauteur et leur largeur; si celle-ci est à peu près la même que celle des ondes du séisme, ces dernières communiquent leur mouvement à l'immeuble de la façon la plus nette. C'est ce qui expliquerait pourquoi certaines gares ont été endommagées, alors que les maisons de garde-barrières voisines n'avaient à peu près rien, le mode et la date de construction étant à peu près les mêmes.

Mais ces considérations, à elles seules, ne suffisent pas à expliquer l'irrégularité des dégâts. Il y a certainement autre chose¹. J'ai cru, en plusieurs points, apercevoir dans la région dévastée une disposition zonaire des dégâts: on conçoit ce que de telles constatations ont de délicat; tout d'abord, elles ne seraient possibles que si tout le pays était couvert de maisons; ensuite, même dans ce cas, les variations dans la nature du sous-sol et dans le mode de construction des maisons introduiraient des perturbations telles qu'il serait difficile de mettre ce phénomène en relief d'une façon évidente. Aussi je ne rapporte ces faits que pour attirer l'attention sur eux, et je ne les considère pas encore

— Le colonel JULLIEN (*Note sur l'emplacement des localités qui semblent avoir été le plus souvent épourées dans le tremblement de terre du 11 juin 1909*, dans *C. r. Ac. Sc.*, CLXVIII, 1909, p. 1703-1704) a appelé l'attention sur le rôle des sédiments oligocènes dans le tremblement de terre et a attribué le cataclysme au tassement non encore terminé de ces sédiments, hypothèse qui n'expliquerait pas ce qui se passe dans la région du Nord. Aucune des deux théories n'explique, d'ailleurs, les dégâts commis sur les terrains éocènes supérieurs (Campagne-Croigne). En réalité, c'est l'ensemble de ces sédiments tertiaires qui a joué un rôle; mais ce rôle est beaucoup plus d'ordre mécanique que d'ordre géologique. Ces terrains ont vibré sous l'influence d'une secousse; ils ne l'ont pas produite.

1. J'avais pensé également (PAUL LEMOINE, *Les tremblements de terre de Provence*, dans *La Géographie*, XIX, 1909, p. 342) à invoquer le rôle des failles secondaires dans la région pour expliquer certaines anomalies du phénomène de propagation. Sur place, la coïncidence m'a paru beaucoup moins rigoureuse. Ces failles sont, d'ailleurs, en général, mal connues. M^r RIBELIX, qui les connaît très bien, vient de reprendre cette manière de voir (*Rôle des dislocations les plus récentes post-miocènes lors du séisme du 11 juin 1909*, dans *C. r. Ac. Sc.*, CLXIX, 1909, p. 1023-1024); il a pu préciser certaines de ces coïncidences. Leur rôle devra donc être invoqué aussi.

comme suffisamment nets pour les considérer comme acquis. Je ferai seulement remarquer qu'ils seraient assez logiquement explicables dans l'hypothèse où les ondes séismiques provenant de la région Lambese-Rognes se seraient réfléchies sur les deux massifs calcaires que j'ai indiqués plus haut.

Il me paraît résulter de cet exposé que la cause du tremblement de terre de Provence semble bien due à un très léger mouvement d'un compartiment de l'écorce terrestre¹, mais que ses effets s'expliquent surtout en admettant que ce mouvement a déterminé une série de vibrations du sol; leur étude ressortit donc à la physique, et la géologie ne doit intervenir que pour indiquer la nature du sous-sol et le rôle que celui-ci a pu jouer.

PAUL LEMOINE,

Chef des travaux de Géologie
au Laboratoire Colonial du Muséum.

1. Quelques savants, frappés par les phénomènes verticaux observés dans les dégâts dus au tremblement de terre, admettent comme cause des tremblements un choc vertical. On a abandonné, pour expliquer l'origine des montagnes, l'hypothèse du soulèvement pour appliquer celle du refoulement latéral. Il en sera de même pour les tremblements de terre. Un coup d'œil jeté sur la carte publiée ici même par M^r ANCOU (pl. 1) montre, d'ailleurs, très nettement la dissymétrie des effets du séisme dans la région sinistrée.

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE

L'ORIGINE DU NOM DE FAUCILLES

(FAC-SIMILÉ, PL. II)

Qu'est-ce que les Faucilles? Il n'est pas nécessaire de consulter des ouvrages bien anciens pour y trouver des définitions comme celle-ci : « Faucilles (Les). Section de la dorsale européenne qui unit le Plateau de Langres aux Vosges méridionales. Elle forme un arc de cercle (de là son nom) allant de l'Ouest à l'Est et d'une hauteur de 400 à 500 mètres¹. »

En réalité, entre les Vosges et le Plateau de Langres, il n'y a ni chaîne, ni « dorsale ». Le plateau lorrain s'élève lentement vers le Sud, jusqu'à une altitude moyenne de 400 m., dans la région des sources de la Meuse et du Madon. La cuvette où se rassemblent les premiers affluents de la Saône a été plus affouillée par le travail des eaux. Des tassements, déterminés par de nombreuses fractures, en ont abaissé le niveau jusqu'à 200 m. environ. Mais, nulle part, il n'y a là de dénivellation importante, ni, à plus forte raison, d'obstacle. Les roches cristallines des Vosges disparaissent, vers Plombières, sous le manteau sédimentaire : les grès qui les recouvrent s'abaissent rapidement vers l'Ouest. Seuls, les calcaires du Trias forment audessus d'eux un léger ressaut. Quant au Plateau de Langres, il se prolonge régulièrement vers le Nord par les plateaux calcaires qui accompagnent la rive gauche de la Meuse.

Le nom de Faucilles est tout aussi inconnu dans la région que la chaîne à laquelle il devrait s'appliquer. Et l'on se demande d'où il peut provenir et quelle peut en être la signification. « Faucilles », dit-on généralement, s'explique par la forme circulaire de la chaîne. Mais, encore une fois, il n'y a pas là de chaîne. C'est répondre à la question par la question.

Ce n'est pas en examinant de mauvaises cartes qu'on peut résoudre ce petit problème. Les noms géographiques ne doivent pas être traités autrement que ceux du vocabulaire ordinaire. Pour savoir ce qu'ils

1. L. GUIBOUT, *Dictionnaire encyclopédique d'histoire, de biographie, de mythologie et de géographie*, Nouvelle édition, Paris, 1888, p. 732.

signifient et d'où ils viennent, il faut rechercher sous quelle forme ils apparaissent d'abord¹.

I

Avec cette orthographe « Faucilles », le nom se trouve, pour la première fois, dans la notice qui accompagne la carte de la Gaule de l'*Atlas* de Mercator, dans l'édition donnée par Jodocus Hondius, en 1606.

Mercator était venu en Lorraine pendant l'été de 1564, appelé, sans doute, par le duc Charles III pour dresser la carte de ses États. Aidé d'un de ses fils, Barthélemy, qui acheva le travail, il avait dessiné une grande carte du Duché, bien supérieure, par ses dimensions et son exactitude, à la première ébauche de la Lorraine introduite par Waldseemüller dans son édition de Ptolémée de 1513². Elle ne fut publiée qu'en 1585, par Mercator lui-même, dans le premier fascicule de son *Atlas*. Cette carte porte *Vogesus Mons* sur les montagnes qui séparent la Lorraine de l'Alsace et sur la partie méridionale des Vosges, entre Lorraine et Franche-Comté. Il n'y est pas question de Faucilles. Après la mort de Mercator et celle de son fils Rumold, qui avait continué, sans pouvoir l'achever, l'entreprise paternelle, les planches furent vendues à un graveur d'Amsterdam, Jodocus ou Judocus Hondius (de Hondt), qui compléta la collection et en donna, en latin et en français, plusieurs éditions. Tout en respectant les indications très sobres que Mercator avait placées au dos des cartes, il voulut, à l'imitation de ce qu'avait fait Ortelius dans son *Theatrum Orbis*, y ajouter de véritables notices, descriptions sommaires des régions représentées, empruntées aux différents auteurs qui avaient écrit sur elles. Ce travail de compilation, comme il nous l'apprend dans la préface, fut confié à son beau-frère Montanus (Van den Bergh). C'est donc Montanus qui rédigea la légende de la carte de la Gaule où se trouve, pour la première fois, le nom de Faucilles. Voici le passage : « *Vogesus Gallie Mons Cæsari lib. de bello Gallico 4. Lucano Lib. I. Plin. et aliis. Vocetus vel Vocetius corrupte dicitur apud Tacitum lib. I. Historia. et alibi, ut jam a doctis viris notatum Alpium nomine a Strabone describitur lib. 4. Hodie Mont de Faucilles, alijsque nomenclaturis indigetatur. Separat Burgundiam Alsatiamque ab Lotharingia...* »³

1. Je dois tous mes remerciements à deux collaborateurs qui m'ont aidé dans ces recherches : M^r JEAN DENCÉ a consulté pour moi, à Anvers, à Bruxelles et à Londres, les éditions de MERCATOR et d'ORTELIVS qui ne se trouvent pas à Paris, et M^r LUCIEN FÉVRE, professeur au Lycée de Besançon, a mis très obligeamment à mon service sa parfaite connaissance de l'histoire de la Franche-Comté.

2. Voir : B. AUERBACH, *La Carte de Lorraine sous le duc Charles III (Gérard Mercator, Hans van Schille, Thierry Alix)* (Revue de Géographie, XLIII, 1898, p. 321-333).

3. GERARDI MERCATORIS *Atlas sive Cosmographicæ Meditationes de Fabrica mundi et fabricati figura*. Excusum in ædibus Judoci Hondii Amsterodami 1606 (sur cette

Où Montanus avait-il trouvé ce nom de Faucilles ? La suite de la légende de la carte de la Gaule permet de répondre facilement. Elle renvoie, en effet, à Ortelius, l'auteur de la grande collection de cartes qui commença à paraître à Anvers en 1570, sous le nom de *Theatrum Orbis Terrarum*, entreprise analogue à celle que préparait déjà Mercator à cette époque, mais de moindre valeur, car Mercator se proposait de rectifier les cartes existantes, tandis qu'Ortelius les reproduisait sans y rien changer. Afin de permettre au lecteur de retrouver facilement les noms anciens sous les noms modernes, et réciproquement, il mit à la fin du volume une table intitulée : *Antiqua regionum... nomina*, sorte de dictionnaire géographique en deux parties : noms anciens et leur traduction moderne, noms modernes et leur équivalent ancien. Cette table, dans les premières éditions, est tout à fait sommaire. Elle avait été rédigée très rapidement par un de ses amis, Arnoldus Mylius (Van der Mylen), d'après des fiches ou des carnets qu'il lui avait remis, contenant des notes recueillies au cours de ses lectures¹. Il n'est pas fait mention des Faucilles dans les éditions antérieures à 1573 ; le mot *Vogesus* n'y figure que dans l'article consacré à la Meuse : « Mosa flu. ex Vogeso originem trahens... De Maese². » Mais, en 1573, Ortelius revoit lui-même cette liste et la complète. Elle porte le titre de *Synonymia locorum geographicorum*, substitué, dès 1574, à *Antiqua regionum... nomina*³. On y trouve les mentions suivantes : « VOGESUS, mons Gallie Mont de Fauciles Pineto. — VOGESI montis pars ex unde Mosella fluvius oritur, Kratzer, *Ex libello manuscripto Magni Gruberi in quo Rhenum describit*. » Et dans la

indication on a collé en suite une bande portant : dispensis Cornelij Nicolai Amsterodami 1606), p. 132. Bibl. Royale de Bruxelles, Van Hulthem 14349). — Le traducteur de l'édition française de 1609 (Bibl. Nat., Section des cartes, Ge DD 2014 ; cet exemplaire porte le frontispice de l'édition latine de 1607) dit : « Mont des Faucilles » p. 132. Il a également ajouté la mention « Faucilles » en deux endroits de la légende, au dos de la carte de Lorraine (partie méridionale) : « La Moselle sort du Mont Vogesus, ou des Faucilles non loing des courses [sic] d'Arar, peu au-dessus du Village Bussans... Le mont Vogesus ou des Faucilles, produit aux Vallées de Lebery argent pur, mais non beaucoup... » p. 133. « Mont des Faucilles » au lieu de « Mont de Faucilles » a passé ensuite dans les éditions latines.

1. Ceci résulte de l'épître d'Arnoldus Mylius à Ortelius imprimée en tête de la table : « Rogatus abs te, mi Abraham, occupatiore jam aliis quam ut huic Indici conscribendo vacare posses, etsi aliis quoque impedire, tamen pro mutua inter nos amicitia, ea que jampridem ex variis Auctoribus, de propriis locorum nominibus collecta, in variis schedis apud te habebas, lubens in ordinem redegi... »

2. Ce renseignement est emprunté à CÉSAR : « Mosa profluit ex Monte Vosego, qui est in finibus Lingonum. » *De bello gallico*, IV, 10, 1. Vosegus est la véritable leçon des manuscrits, et non Vogesus.

3. La *Synonymia* est précédée, dans l'édition de 1573, d'une nouvelle épître de MYLIUS. Elle commence ainsi : « Cum indicem hunc, quem antea rogatus abs te, mi Abraham, satis tumultuarie confuseque, pro ratione oculi, quod mihi, tunc temporis suppeditabat, ex tuis schedis conscripseram, multo auctiorem in melioremque ordinem tua opera redactum cernerem, non potui non studium diligentiamque tuam probare... »

partie moderne : « Mont de Fauciles, VOGESUS MONS, unde *Mosa fluvius originem sumit, Pinetus* ¹. »

Ainsi Ortelius traduit, en 1573, *Vogesus mons* par Mont de Fauciles (et non de Faucilles), et cette identification est attribuée à Pinetus.

Ce Pinetus est certainement l'écrivain franc-comtois du Pinet, de Baume-les-Dames. Il est mentionné, dès 1570, dans le *Theatrum Orbis* d'Ortelius comme étant l'auteur de l'ouvrage intitulé : *Plantz, Pourtraitz et Descriptions de plusieurs villes et forteresses, tant de l'Europe, Asie, et Afrique, que des Indes, et terres neuves...* (Lyon, 1564, in-fol.)². Il a publié également, outre un certain nombre d'ouvrages de polémique religieuse : *Historia plantarum. Earum Imagines, Nomenclaturæ Qualitates, et Natale Solum...* (Lyon, 1561, in-8) ; *L'histoire du Monde de C. Pline Second... Le tout fait et mis en François...* (Lyon, 1562, 2 vol. in-fol.) ; *Commentaires de M. P. André Matthiolus, medecin Senois, sur les six livres de Pedacius Dioscoride Anazarbeen de la matiere medicinale. Traduits de Latin en François...* (Lyon, 1566, in-fol.). J'ai cherché avec soin le nom de Fauciles dans ces différents ouvrages, et je puis affirmer qu'il ne s'y trouve pas³. Il n'y est question qu'une seule fois des Vosges ; c'est dans la traduction de Pline, à propos du sapin. Voici le passage : « Et certes il y a de fort bon bois de sapin es

1. Ce MAGNUS GRUBERUS est mentionné ailleurs par ORTELIVS comme étant l'auteur d'un ouvrage en prose sur le Rhin : « carmine descripsit Rhenum fluvium Bernhardus Mollerus, eundem Magnus Gruberus soluta oratione. » (Légende au dos de la carte de Germanie.) Malgré les recherches faites, je n'ai pu retrouver la trace de ce manuscrit, ni savoir qui était ce GRUBER. — *Kratzer* est ici évidemment une faute pour *Kratzen*, nom allemand du Gresson, sommet qui domine, en effet, l'une des sources, et l'on peut dire la principale source de la Moselle. — Voir : G. STOFFEL, *Dictionnaire topographique du département du Haut-Rhin*, Paris, 1868, aux mots *Kratzen* et *Gresson*.

2. « Antonins Pinetus, Gallica lingua descripsit, et Iconibus exhibuit quamplurimas (ut titulus habet) tam Europæ, quam Africae, Asiae et Novi orbis Regionum, Urbium, Oppidorumq. Tabulas. » Au dos de la Mappemonde du *Theatrum*, 1^{re} éd.).

3. On sait peu de choses de M^r PINET. Il signe, en 1562, sa traduction française de PLINE : ANTOINE DU PINET, seigneur de Norroy. GOLLUT, son compatriote, nous apprend, dans ses *Mémoires historiques*, qu'il était né à Baume-les-Dames. Il était mort lorsque parut, en 1566, la 2^e édition de la traduction de PLINE, ouvrage « reveu, dit le titre, ... par le dit sieur, un peu avant sa mort ». Les auteurs de *La France protestante* (2^e éd., V, p. 854-863) se sont demandé s'il était le même qu'un ANTOINE PIGNET, en correspondance avec CALVIN, qui publia, en 1539, à Genève, une étude sur l'Apocalypse. C'est probable. CALVIN l'appelle PIGNETS, mais lui-même a signé son *Historia Plantarum* : PINEUS. En tous cas, on ne trouve aucune mention de PIGNET ou DU PINET entre 1543 (2^e éd. de l'ouvrage sur l'Apocalypse) et 1561. A cette date, M^r PINET publie, à Lyon, son *Historia Plantarum*, puis, successivement, en 1562, la traduction de PLINE ; en 1564, les *Plantz, Pourtraitz...* ; en 1566, la traduction du Commentaire de MATTHIOLE sur DIOSCORIDE. Entre temps, il donne deux ouvrages de polémique : *La Conformité des Eglises réformées de France et de l'Eglise primitive* (1564) et *Taxe des parties casuelles de la boutique du pape* (1564), signé de ses initiales seulement. On lui attribue encore, dans *La France protestante* : 1^o *Les secrets miracles de nature...* par LEVIN LEMNIUS, traduits en français. Je ne connais qu'une édition de cet ouvrage, imprimé à Lyon, en 1566, chez Jean Frelon ; il est anonyme ; — 2^o *Le troisième*

Alpes, et au mont Apennin: aussi a-il en Savoye en la Gaule, au mont de Jura et es montaigne qui separent [sic] le Balliage d'amont du conté de Bourgoigne, d'avec la duché de Lorraine. » Il écrit en marge, en face de « Jura »: « ce sont les montaignes de Saint-Claude », et en face de « montaigne qui separent le Balliage d'amont... »: « Mons Vogesus »¹. Il est très curieux de constater que du Pinet, ayant à traduire Mons Vogesus, n'emploie ni le mot Vosges, ni le mot Fauciles, mais se sert d'une périphrase.

Si ce nom Fauciles n'a pas été emprunté à un ouvrage imprimé de du Pinet, peut-être l'a-t-il été à un manuscrit? On ne connaît aucun manuscrit de du Pinet, et Ortelius cite généralement les manuscrits où il puise. Peut-être a-t-il personnellement connu du Pinet et transcrit un renseignement oral? Mais du Pinet était mort en 1566, et Ortelius n'a introduit qu'en 1573 dans sa *Synonimia* la mention de Fauciles. Il y a donc presque certitude que la référence est inexacte. Mais comment arriver à la rectifier?

Ortelius a reproduit sans changement le passage relatif aux Vosges, dans l'édition du *Theatrum* de 1574. Mais, en 1578, il publie la *Synonimia*, considérablement augmentée, en un volume à part². Voici ce qu'on lit dans cette nouvelle rédaction: « *Vogesus, Gallia mons Cæsari, ex quo Mosâ profluit. Mont de fauciles dicitur Pineto. Separat Burgundos a Lothuringis atque Elsatiam ab ipsis Lothuringis ut habet Lupinus, in suis Commentariis in Tacitum. VOGESI Montis ea pars, unde Mosella fluvius oritur, Kratzer vocatur; quod habeo ex libello manuscripto Magni Gruberi, in quo Rhenum describit, in Lotharingia corographica tabula, jussu et impensa ducis a Joanne Scyllio accuratè descripta, video hunc tractum Estaye Gallicè, et Auff der Stay Germanicè appellari: ibidenque nihil præter Asurum herbam provenire, mihi idem Scyllius testatus est. Proximè sunt montes Ballons dicti* »³. » Ce passage a été repro-

livre ou tome des Épîtres illustres composées en espagnol par don ANT. DE GUEVARE trad. en français, sur la version italienne de don ALPHONSE D'ULLOA... Lyon, 1560. Je n'ai pas trouvé cet ouvrage, mais il est facile de s'assurer dans GUEVARA qu'il n'y est fait aucune allusion aux Vosges; — 3^e *Les lieux communs de la sainte Écriture* par W. MUSCULUS, trad. en français, Genève, 1577. Je ne connais pas cet ouvrage, qui ne pourrait être, en tous cas, qu'une publication posthume et ne doit pas avoir de rapports avec la géographie. Au reste, il est infiniment probable qu'ORTELIUS ne connaissait que les deux ouvrages de DU PINET qu'il a utilisés: les *Plantz, Pourtraitz...* et la traduction de PLINE.

1. *L'histoire du Monde de Plin Second...*, Lyon, 1562, I, p. 616. La 2^e édition (Lyon, 1566, I, p. 616) reproduit le même passage. On a seulement ajouté dans la marge, après *Mons Vogesus*: montaignes de Vuage.

2. ABRAHAM ORTELIUS Antverpiani, *Synonimia Geographica*, Antverpiæ, Ex Officina Christophori Plantini..., 1578, in-4.

3. Ouvr. cité, p. 347. — Estaye est le Chasteau de Estraye de la carte de Lorraine de MERCATOR. Ce nom, diversement orthographié, s'est longtemps perpétué sur les cartes. La carte manuscrite des Hautes-Chaumes des Vosges, de THIERRY AIX, dont il sera question plus loin, nous montre, aux sources de la Moselle, un monticule surmonté d'un château avec l'inscription: Chau d'estaye. Dans son *Dénom-*

duit, sans modifications importantes, dans les deux éditions, très augmentées, que fit paraître Ortelius, en 1587 et 1596, sous le titre de *Thesaurus geographicus*.

Ortelius continue, en 1578, à attribuer le nom de Fauciles à du Pinet; mais il mentionne, en outre, un renseignement emprunté à Lupanus et une carte de Lorraine de Schille qu'il a eue sous les yeux.

L'ouvrage de Lupanus auquel il est fait ici allusion ne contient rien de plus, au sujet des Vosges, que ce qu'y a puisé Ortelius¹; mais la mention de la carte de Schille est beaucoup plus intéressante.

On a vu que Mercator avait dressé, en 1564, une carte de Lorraine. Exécutée en quelques mois d'été, elle était, pour les frontières montagneuses surtout, beaucoup trop sommaire. D'autre part, le comté de Bitche et d'autres territoires réunis depuis à la Lorraine n'y figuraient pas. Aussi le duc accueillit-il ou provoqua-t-il les offres d'un compatriote d'Ortelius, Hans van Schille, qui vint en Lorraine en 1573 et commença à dresser une carte nouvelle. Les comptes des dépenses faites par Schille pour ce travail sont conservés aux Archives de Meurthe-et-Moselle et permettent de suivre facilement son itinéraire². Le 4 mai, il est à Rambervillers; le 5, à Épinal; le 6, à Remiremont, où il reste jusqu'au 8. Du 8 au 10, il va au Thillot, à Château-Lambert, à Saulxures. Il passe ensuite le col de Bussang et remonte, le long du versant alsacien, jusqu'au Donon. Schille revint encore à Nancy en

brement, le même THIERRY ALIX écrit (p. 119) : « La Moselle prend sa source principale à demye lieue au-dessus du village de Bussang... au pied d'une roche appelée communément le chasteau d'Estaye... » Voir : P. BOYÉ, *Les Hautes-Chaumes des Vosges...*, Paris-Nancy, 1903, p. 163. — On a beaucoup discuté sur ce château d'Estaye. On a prétendu qu'une forteresse avait été élevée là par les Romains, sur la voie romaine reliant Metz à Bâle et passant au col de Bussang. De forteresse il n'y a jamais eu trace en cet endroit, et l'existence de la voie romaine n'est rien moins que prouvée. Mais il y avait là un chemin très anciennement fréquenté. La section de la commune de Bussang, sur laquelle s'ouvre le passage, porte le nom de Taye. Y a-t-il une relation entre Taye et Estaye? Cela semble probable. M^r BOYÉ cite un procès-verbal d'abornement de 1599 où il est question « du lieu ou l'on dit y avoir eu un chasteau du nom de la Taye ». Le col de Bussang s'appelle indifféremment dans les anciens textes : Pertuis d'Estaye, Pertuis de Tays, Trou de Taille. — Au sujet de cet *Asarum*, dont SCHILLE avait signalé la présence au col de Bussang, M^r AXT. MACXIN a bien voulu me transmettre les renseignements suivants. Il s'agit, évidemment, de l'*Asarum europæum* de LINNÉ. La figure qu'en donne DU PINET, dans son *Historia Plantarum* (p. 17), correspond très exactement à cette plante. Elle a été signalée, d'ailleurs, par FR. KIRSCHLEGER dans sa *Flore d'Alsace* (II, p. 41) comme se rencontrant dans la vallée de la haute Moselle, à S^t-Maurice, Saulxures, etc. Mais l'*Asarum* est une plante de sous-bois, de lieux ombragés : « nascitur in umbrosis montibus », disait déjà DU PINET; d'où il faut conclure que « nihil præter Asarum » ne veut pas dire : il n'y croit que l'*Asarum*, mais il n'y croit rien [d'intéressant] que l'*Asarum*. C'était, en effet, une plante très réputée, très recherchée dans la médecine d'autrefois, ce qui explique que SCHILLE et ORTELIUS l'aient mentionnée.

1. In Cornelii Taciti *Annalium Libros XVI qui exstant* VINCENTII LUPANI *Annotationes*, Luletiæ, Ex Officina Roberti Stephani, 1556. in-12, p. 65.

2. Ils ont été signalés par P. BOYÉ (*Qualis vir et scriptor exstiterit Th. Alisius. Nanceii*, 1898, p. 83). M^r B. ACERBACH les a analysés, art. cité, p. 331-333.

1574. Il y était, en 1575, quand Ortelius y vint lui-même. Ce dernier fit, en effet, pendant l'été de 1575, un voyage dont il a publié le récit en 1584¹. Il y raconte qu'il vit à Nancy Schille, qui lui fit visiter la citadelle. Ils allèrent ensemble à Saint-Nicolas, mais Ortelius ne poussa pas plus loin et revint par Metz, se dirigeant sur Francfort². C'est évidemment à Nancy qu'il a examiné la carte de Schille, qui n'a jamais été publiée et dont l'original est perdu³. C'est probablement Schille aussi qui lui a parlé des Ballons. De toute façon, son attention a été attirée sur la région montagnaise voisine des sources de la Moselle, que Schille avait parcourue, et, à cette occasion, il ne parle plus de Fauciles. Ce n'est pas une preuve, mais c'est une assez forte présomption que le nom n'avait pas été prononcé et ne figurait pas sur la carte.

En 1585, Mercator, sans autorisation du duc, publie sa carte de Lorraine en deux feuilles. On fut très mécontent à Nancy de cette publication, qui ne tenait même pas compte des acquisitions nouvelles. Et ceci est une preuve que la carte de 1585 est simplement la reproduction du dessin de 1564⁴. Il n'y a aucune raison de supposer que Mercator ait rien emprunté à Schille, qui mourut peu de temps après 1575⁵. Ortelius s'empressa de reproduire la carte de Mercator en la réduisant à une feuille (1587), et, suivant son habitude, il imprima au dos une notice⁶. Il n'y fait aucune allusion au « mont de Fauciles ».

1. *Itinerarium per nonnullas Gallie Belgicæ partes* ABRAHAMI ORTELI et JOANNIS VIVIANI ad GERARDUM MERCATOREM *cosmographum*, Antverpiæ, Ex Officina Christophori Plantini, 1584, in-8.

2. *Ibid.*, p. 41.

3. L'expression dont se sert ORTELIUS : « In Lotharingia cosmographica tabula... video hunc tractum... » pourrait faire supposer qu'il était en possession de la carte de SCHILLE au moment où il écrivait. Mais cela est peu probable. La carte de SCHILLE ne paraît pas avoir été terminée, et ORTELIUS l'a toujours mentionnée dans les catalogues de cartes insérés dans les éditions du *Theatrum* comme inédite. S'il l'avait eue entre les mains, il l'aurait sans doute utilisée pour son Théâtre. Or il n'a fait graver de carte de Lorraine qu'en 1587, après l'apparition de la carte de MERCATOR. Il semble bien qu'il reproduise, dans le passage en question, une note prise à Nancy.

4. Le témoignage de THIERRY ALIX, président de la Chambre des Comptes de Lorraine, est, d'ailleurs, formel. Il dit, en tête de son *Dénombrement* : « Je représente à Vostre Altesse la copie imprimée de la Charte géographique de cestuy son duché de Lorraine, que GÉRARD MERCATOR, géographe et mathématicien très renommé, dressa, du commandement d'icelle, sont vingt-cinq ans ou environ, estant le prototype (escriet et tiré fort industrieusement et subtilement de sa main) demeuré au cabinet de Vostredicte Altesse, et n'estimois que, sans permission, il deust passer à la publication. » *Recueil de Documents sur l'histoire de Lorraine*, XV, Nancy, 1870, p. 9.)

5. Voir également THIERRY ALIX, *ouvr. cité*, p. 137-138.

6. La carte de Lorraine d'ORTELIUS, en une feuille, porte la date de 1587 et n'a certainement pas paru avant. Il est facile, d'ailleurs, de se rendre compte qu'elle n'est qu'une copie de celle de MERCATOR. Un certain nombre de maladresses le prouvent. Par exemple, une localité, entre Nancy et Frouard, porte le nom de Champigneulle. Il est écrit sur deux lignes, sur la carte de MERCATOR, et coupe ainsi : « Champigne-ville ». Le graveur d'ORTELIUS a simplement copié Champigne.

Les auteurs auxquels il emprunte et qu'il cite sont des Lorrains : Symphorien Champier, François de Rosières ¹. Eux non plus n'ont jamais parlé de Fauciles. Ce nom était donc bien peu employé.

Il y a toute vraisemblance qu'il ne l'était pas du tout. A la même époque, Thierry Alix, président de la Chambre des Comptes du Duché, se préoccupait de rédiger une description de la Lorraine. Il n'en put donner qu'une sorte de sommaire, une liste des lieux, accompagnée de quelques pages de texte ². Alix connaissait la région montagneuse : il avait réglé des litiges relatifs aux pâturages des Chaumes, entre la Lorraine et l'Alsace. Il avait même dessiné une grande carte perspective de la partie des Vosges qui s'étend au Sud jusqu'aux sources de la Moselle ³. Il était venu à plusieurs reprises à Remiremont, et nous savons, d'autre part, que des contestations s'étaient élevées de ce côté, sous le règne de Charles III, au sujet de la frontière, notamment entre le ban de Longchamp et le ban de Corravillers ⁴. Alix était, de par ses fonctions, gardien des Chartes de Lorraine : il n'est pas possible qu'il n'en ait pas été informé. Or, dans son ouvrage, on ne trouve aucune allusion à Fauciles : « Entre les belles montagnes dont ledict païs est environné, dit-il, celles de Vosges (tant célébrées par les poëtes et autheurs anciens, et appelées par nom collectif *Vosgesus mons*, comprenant toutes celles qui commencent du costé de Langres, costoient et séparent iceluy païs des comtez de Bourgogne, de Fèrette et de Langraviat d'Aulsais [Alsace] jusques au delà du Doz-de-Chien) tiennent le premier lieu pour la grande quantité d'argent, cuyvre, plomb, fer, acier, litharge et aultres métaulx qui se tirent journellement de ses veines ⁵. » Il serait vraiment bien étrange, si le nom de Fauciles avait été connu en Lorraine au xvi^e siècle, qu'on n'en trouve aucune trace chez les écrivains du temps.

Mais peut-être était-il en usage de l'autre côté des Vosges? Du

ORTELIUS n'a apporté qu'une modification à la carte : il y a figuré l'aqueduc romain de Jouy, près de Metz, dont un certain nombre d'arches existent encore. Il les avait visitées, lors de son voyage en Lorraine, en 1575. Mais il a dû, pour cela, déplacer la localité de Jouy, et il la met, par erreur, sur la rive gauche de la Moselle.

1. S. CHAMPIER, *Le Recueil ou croniques des hystoires des royaumes d'Austrasie...*, Venundantur in vico Mercuriali apud Lugdunum in officina Vincentii de Portunariis de Tridino. A la fin : finy l'an de grace 1510. — *Stemmatum Lotharingæ ac Barræ Ducum tomè septem...*, Auctore FRANCISCO DE ROSIÈRES, Parisiis, 1580, in-fol.

2. C'est l'ouvrage précédemment cité et généralement connu sous le nom de *Dénombrement du Duché de Lorraine*. Il fut composé en 1594.

3. Voir P. BOYÉ, *Les Hautes-Chaumes des Vosges*. — Cet ouvrage contient un fac-similé de la carte d'ALIX conservée aux Archives de Meurthe-et-Moselle, face à la p. 143.

4. Un mémoire sur les limites du ban de Longchamp et du ban de Corravillers signale des procédures faites en 1523, 1550, 1583. (Bibl. Nat., Manuscrits, Collect. de Lorraine, 449, fol. 35.)

5. THIERRY ALIX, ouvr. cité, p. §2. Le Doz-de-Chien est très probablement le Hunsrück, ou Hundsrück, qu'on ne comprendrait plus aujourd'hui dans les Vosges.

Pinet est Franc-Comtois. Poursuivons de ce côté notre enquête. Anvers, où résidait Ortelius, était alors, comme la Franche-Comté, sous la domination des ducs de Bourgogne, et les Comtois étaient nombreux dans les Flandres. Il ne devait pas être difficile au géographe de se renseigner sur les pays situés au Sud des Vosges. Et, en effet, il n'a pas publié moins de trois cartes de la Franche-Comté, qui, successivement, ont pris place dans son Théâtre. La première, celle d'Ægidius Bullio, n'est encore qu'une ébauche; elle est, d'ailleurs, à petite échelle et comprend aussi la Savoie. La seconde, beaucoup plus précise, est celle de Lannoy (1579). La troisième a pour auteur Hugues Cousin (1589) et n'est pas en progrès sur la précédente¹. Aucune des trois ne contient le nom de Fauciles. Il ne se rencontre pas davantage dans la notice qu'Ortelius a mise au dos de la carte de Lannoy. Il cite, dans cette légende, un historien franc-comtois, un autre Cousin, Gilbert, qui, en 1552, avait publié une *Brevis ac dilucida Burgundie Superioris... descriptio*, suivie d'une *Brevis... totius Gallie descriptio*². On n'y trouve employé que le mot Vosges : « Arar lentus scatet ex diversa parte Vogesi Montis... Mosella ex Vogeso monte, qui est in finibus Lingonum, Trevirorum regionem perlabitur³. » Ortelius fait allusion plus tard⁴ à un livre de Gollut qui venait de paraître. Gollut connaît très bien du Pinet, qu'il cite à plusieurs reprises; il ne parle pas davantage des Fauciles. « Les monts de Voges, dit-il, preignent l'espace qui est entre le Rhin, la Saone et la Seine⁵. » Il est encore un autre Franc-Comtois dont l'ouvrage n'a été publié qu'au commencement du XVII^e siècle : c'est Jean Matal, ami de Gilbert Cousin, auteur d'un *Speculum Orbis terre*. Lui aussi parle des Vosges, qui séparent la Franche-Comté de la Lorraine, et des pâturages qui s'y trouvent : il n'emploie pas le nom de Fauciles⁶.

1. La carte d'ÆGIDIUS BULLIO avait déjà été gravée par JÉRÔME COCK, à Anvers. Celle de LANNYOY était entre les mains du même JÉRÔME COCK, mais c'est ORTELIUS qui paraît bien l'avoir fait graver le premier, en 1579, date inscrite sur la carte. LANNYOY était le beau-frère du cardinal GRANVELLE. C'est également ORTELIUS qui a fait graver le premier la carte de COUSIN. Ces renseignements proviennent des catalogues de cartes qui se trouvent dans les différentes éditions d'ORTELIUS.

2. *Brevis ac dilucida Burgundie Superioris, quæ comitatus nomine censetur, descriptio, per GILBERTUM COGNATUM Nozerenum; Item, Brevis admodum totius Gallie descriptio per eundem*, Basileæ, per Joannem Oporinum, 1552, in-8. La seconde partie de cet ouvrage est de beaucoup la plus importante.

3. *Ibid.*, p. 52 et 53.

4. Dans la notice au dos de la carte de LANNYOY, édition du Théâtre de 1595.

5. *Les Mémoires historiques de la repub. sequanoise, et des princes de la Franche Comté de Bourgogne [sic], par M. LOIS GOLLUT*, Dole, 1592, in-fol., p. 18.

6. JOANNES MATALIUS METELLUS Sequanus, *Speculum Orbis terre...*, Ursellis, 1602, in-fol. Cet ouvrage se compose d'une série de cartes au dos desquelles sont imprimées des notices. On lit dans celle de la Franche-Comté : « Montium hujus regionis præcipuus est Jura, qui Helvetios et Sabaudiam spectat, et Vogesus qui hanc Provinciam a Lotharingia disterninat, ii tamen montes pecori alendo non incommodi sunt. »

Je l'ai cherché sans plus de succès sur la grande carte d'Alsace de Speckel, qui porte la date de 1576 ¹, dans les œuvres de Paradin, le vieil historien de la Bourgogne ², dans les différentes éditions de la *Cosmographie* de Munster, qui écrivait à Bâle et connaissait bien la plaine d'Alsace ³. Il n'est pas non plus dans *La Guide des chemins de France*, attribuée à Estienne, le premier livre qui fournisse des détails précis sur la géographie de la France ⁴. Je ne crois pas nécessaire de prolonger cette énumération.

Ortelius est donc le seul, à notre connaissance, qui, dans la dernière partie du xvi^e siècle, ait employé l'expression « Mont de Fauciles » comme synonyme de Vosges. Il ne l'a même employée que dans la table ajoutée en 1573 à son *Théâtre* et dans les éditions augmentées qu'il en a données en 1578, en 1587, en 1596. Ni du Pinet, à qui il l'attribue, ni aucun des écrivains lorrains ou franc-comtois qui ont parlé des Vosges à cette époque ne s'en est jamais servi. Ne serions-nous pas en présence d'une erreur de transcription, ou même d'une faute d'impression? Continuons nos recherches ⁵.

II

Sur une grande carte de la Franche-Comté en quatre feuilles qui fait partie d'un Atlas de Tassin portant la date de 1637, on voit, exactement à la frontière Sud de la Lorraine, une colline surmontée

1. Elle porte la signature : Gestellt durch DANIEL SPECKEL im Strasburg Jar Christ. 1576.

2. *De Antiquo Statu Burgundiæ liber. Per GULIELMUM PARADINUM...*, Lugduni apud Stephanum Doletum, 1541, in-4. — *Annales de Bourgogne* par GUILLAUME PARADIN, de Cuyseaux..., A Lyon, par Antoine Gryphius, 1566, in-fol.

3. La *Cosmographie* de MUNSTER parut d'abord en allemand, à Bâle, en 1544, 1545 et 1546. Il en donna ensuite des éditions revues et très augmentées en allemand et en latin (1550), en latin et en français (1552). Après sa mort, en 1552, ce livre fut souvent réimprimé jusqu'à la fin du siècle; il fut traduit en italien, en anglais, en tchèque. Une édition française, qui, pour la France, est un ouvrage presque original et beaucoup plus complet, en fut donnée en 1575 par F. DE BELLE-FORÊST : *La Cosmographie Universelle de tout le monde. Auteur en partie MUNSTER, mais beaucoup plus augmentée, ornée et enrichie, par FRANÇOIS DE BELLE-FORÊST, Comtingeois...*, A Paris, chez Nicolas Chesneau..., 1575, 2 vol. en 3 tomes, in-fol.

4. *La Guide des chemins de France*. A Paris, chez Charles Estienne, Imprimeur du Roy, 1552, in-12.

5. Il existe dans le Jura un col de la Faucille, et l'on pourrait se demander s'il n'aurait pas donné lieu à confusion. Mais la Faucille du Jura, — dont DU PINET ne fait pas mention, — ne figure pas sur les cartes avant 1675 (*Carte generale De la Comté de Bourgogne Dediée a Monseigneur le Duc de DURAS...*). Le tracé de la route qui emprunte ce col ne date que de 1737; tout le trafic se faisait auparavant par le col de Saint-Cergues. Il est bien question, dans un registre de comptes pour 1573-1574, de « la montaigne du Saigy près les Faulcilles, au delà Saint Ouyan de Joux » (J. GAUTHIER, *Inventaire sommaire des Archives du Doubs, Archives civiles*, série B, III, 1836, p. 30); mais on peut dire que le nom est ignoré, au xvi^e siècle, des historiens et des géographes du pays. On ne s'expliquerait pas comment la confusion aurait pu se produire.

d'une croix, avec cette inscription : « Le mont de forches Separant Bourgogne sic] de la lorraine¹. » Sur une autre carte de la Franche-Comté en une feuille, qui n'est qu'une réduction de la précédente, on lit également, à cet endroit, près de la colline surmontée de la croix : « Le mont des Forches separe la Lorraine de la franche comté. » Même indication sur la grande carte des Duchés de Lorraine et de Bar en quatre feuilles du même Atlas. Cette fois, la colline, la croix et l'inscription se trouvent près des sources de la Moselle. Mais cette carte de Lorraine est le résultat d'un arrangement : l'auteur y a raccordé tant bien que mal le dessin de la carte de Lorraine de Mercator avec celui de la grande carte de Franche-Comté.

La carte de Franche-Comté de Tassin n'est pas originale. C'est une copie d'une carte de Tissot de 1624, dont un exemplaire existe à la Bibliothèque Municipale de Besançon. On y trouve exactement le même dessin et l'inscription : « Le mont des forches separant Bourgogne d'avec la Loraine². » (Pl. II.)

Le Mont des Forches figure également sur d'autres cartes de la Franche-Comté de date postérieure, notamment sur la belle carte de Jean Querret de 1748, où il est écrit : Mont de Fouches³. C'est le Mont de Fourche de la Carte d'État-Major⁴. Il désigne, conformément à l'usage qui a prévalu, non plus un sommet, mais un col qui s'ouvre à l'altitude de 622 m., sur le front méridional des Vosges, entre la vallée de la Moselle et celle du Breuchin, affluent de la Saône, qui passe à Faucigny.

Ce Mont de Fourche avait, au xvi^e siècle, une certaine notoriété. Là se trouvait la croisée de deux chemins : l'un, suivant à peu près le faite de la montagne, menait de Remiremont à Servance⁵; l'autre

1. *Carte generale De La Franche Conté*, dans : *Les Cartes generales de toutes les provinces de France...*, par le S^r TASSIN, *Geographe ordinaire de Sa Magesté*, 1637, in-fol.

2. *Philippo IV Hispaniarum et Indiarum regi catholico, invicto, felici, semper augusto, Burgundiæ Comitatus Topographiam hanc acuatissimam perpetui obsequii monumentum* JOANNES MAURITIUS TISSOTUS *Sequanus... vovet, dedicat et consecrat*. 1624. — Cette carte a été signalée par J. GAUTHIER, *Les cartes anciennes et modernes de Franche-Comté (Bulletin de Géographie historique et descriptive, Année 1894, 1895, p. 309)*. Mais J. GAUTHIER ne s'est pas aperçu que la carte de TASSIN est une copie de celle de TISSOT. — Voir également une carte manuscrite non datée, mais certainement de la première moitié du xvii^e siècle (Bibl. Nat., Section des Cartes, C 9421). Elle porte l'inscription : « Le mont des Fourches » à côté d'un monticule surmonté d'une croix. — Je dois la photographie ci-jointe (pl. II) à M^r G. GAZIER, bibliothécaire de la Ville de Besançon, et à son adjoint, M^r NICOLE, que je remercie vivement de leur obligeance.

3. *Carte du Comté de Bourgogne Dediée a Monseigneur DE MACHAULT Chevalier Seigneur d'Arnouville...* Levée par ordre de la Cour par JEAN QUERRET, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Vuë et Vérifiée par M^{rs} CASSINI et MARALDI... Gravée à Paris par Jean Lattré, 1748, 4 feuilles.

4. Carte de l'État-Major à 1 : 80 000, feuille n° 100 (*Lure*).

5. Il porte, sur la Carte de l'État-Major (feuille n° 100, *Lure*), entre le Mont de Fourche et Château-Lambert, le nom de voie Ramey. Ce chemin a été remplacé par la route stratégique qui va de Remiremont au col de Château-Lambert.

conduisait de la vallée de la Moselle à Faucogney, par Corravillers. Nous avons sur cette région des renseignements aussi précis que possible dans un procès-verbal d'abornement fait en 1614 par une commission mi-partie lorraine et comtoise, pour régler les contestations relatives à la frontière entre les deux pays. Les gens des deux bans voisins de Corravillers et de Longchamp étaient, en effet, constamment en querelle au sujet de la possession des pâturages, ou plus exactement des landes couvertes de genêts, de fougères et de bruyères qui occupent ces hauteurs. La ligne de partage, ou, comme on disait alors, « la respandisse des eaux », y demeurait indéfinie. Déjà, en 1525, en 1550, en 1583, il y avait eu des procédures au sujet de la frontière, et l'arrangement de 1614 ne mit pas fin aux revendications¹. Les documents franc-comtois appellent la colline qui était située près de la croisée des routes : Mont de la Forche ou Mont des Fourches. Les Lorrains disent Mont des Forches ou des Fourches. La même colline est appelée aussi dans ces documents : haut de la Boiche, c'est-à-dire du gibet, ce qui nous indique le sens précis de cette Fourche. Le Comtois avaient, en effet, dressé là un gibet pour l'exécution des criminels. Il est facile de suivre sur la Carte d'État-Major le procès-verbal d'abornement. Il y avait, à cette date, une croix de pierre distante de la croisée des chemins d'environ cinquante pas, dans la direction de Longchamp et de la Moselle. Le gibet, qui n'existait plus à cette époque, avait dû être élevé sur le monticule qui domine le col, à gauche en allant vers la Moselle.

Mais la mention du Mont de Fourche se trouve dans des documents beaucoup plus anciens. Il est dit Mondeforche en 1374². On trouve même, en 1498-1499, dans les comptes de la Seigneurie de Faucogney, l'indication suivante : « pour faire un signe patibulaire au Mondeforche, les pilliers de pierre de taille et la ramure de bois dessus, ensemble des cinq bannières, xxv fr. »³. Ce texte prouve que la colline portait déjà le nom de Mont de Fourche avant l'érection de cette potence. Ce n'était sans doute pas la première qu'on y élevait.

Un chemin passant au Mont de Fourche unissait donc la Lorraine à la Comté. Certes, il ne pouvait pas avoir l'importance des routes qui, plus à l'Ouest, évitaient les dernières hauteurs des Vosges. Pourtant, il devait être fréquenté, car, jusqu'au XVIII^e siècle, il n'y en eut pas d'autre plus à l'Est dans la montagne⁴. Nulle part, d'ailleurs,

1. Archives du Doubs, fonds du Parlement de Dôle, registre petit in-fol. B 0409, folios 67 et 72 et Bibl. Nat., Manuscrits, Collect. lorraine, n° 449, folios 32, 33, 290, 296.

2. Archives du Doubs, Chambre des Comptes, B 2435.

3. J. GAUTHIER, *Inventaire sommaire des Archives du Doubs, Archives civiles*, série B, II, 1448, p. 324.

4. Le subdélégué de Lure, dans un mémoire sur les mines de la région (*Procès-verbal en forme de mémoire sur les mines et minières du Comté de Bourgogne*, dressé

les communications ne sont plus faciles entre les affluents de la Saône et la haute Moselle. Corravillers, qu'on atteint très aisément par la vallée à fond plat, couverte de prairies, du Breuchin, n'est qu'à 4 km. à vol d'oiseau de la Moselle, et l'altitude du col au-dessus des deux vallées ne dépasse pas 175 m. La petite principauté de Fauconney dut précisément son importance à ce passage, et c'est pour le barrer qu'on a construit, depuis 1870, le fort de Rupt, qui le domine de 150 m. Il devait se faire par là un certain trafic. Un document du commencement du xvii^e siècle nous apprend qu'il y avait, « de toute ancienneté », le long de cette frontière, un péage, et, parmi les objets soumis aux droits, figurent les verreries de Lorraine¹. D'autre part, à la fin du xvi^e siècle, de nombreuses mines étaient en exploitation dans cette région.

Il n'est pas possible de ne pas être frappé de la ressemblance que présentent, dans l'écriture, Mont de Fauciles et Mont de Fourches, et de ne pas envisager l'hypothèse d'une confusion. Or, qu'on examine les conditions dans lesquelles elle a pu se produire. Ortelius a dépouillé la traduction de Pline par du Pinet, qui lui a fourni un certain nombre d'identifications pour sa *Synonymia*. Il a noté cette traduction de *Vogesus mons* : Montagne séparant la Comté de la Lorraine. D'autre part, toujours curieux de s'instruire, comme sa correspondance en fait foi, il a connu, peut-être par quelque Franc-Comtois résidant dans les Pays-Bas, l'existence de ce passage du Mont de Fourches, situé précisément entre la Lorraine et la Comté². Il a inscrit cet autre renseignement dans ses carnets à côté du précédent³. Plus

par le S. DEVAULT..., 1741, Bibl. Nat., Manuscrits, Moreau, 1901) dit qu'on avait fait depuis peu de temps une route allant de Lorraine à Lure, par Château-Lambert. Elle était « d'autant plus nécessaire que les avenues de Château-Lambert étoient impraticables; le public et le commerce en souffroient si fort qu'à peine y pouvoit-on passer avec un cheval... » (folios 623 verso et 624. Le col de Château-Lambert, où passe la route actuelle, est à 758 m., et la pente est très forte au-dessus de la tête de la vallée du Vaccoux, qui aboutit sur la Moselle au Thillot, à 497 m.

1. Une lettre adressée en 1605 aux « admodiateurs du péage du Tillot » contient un « Tableau des drois de péage et passage ancien du Château-Lambert appartenant à Sa Majesté catholique... depuis la croix de Vaulx, proche Remiremont, jusques au pertuis de Tays (col de Bussang), pays de Lorraine et de toute ancienneté... » On y trouve ce curieux article : « hommes ou femmes portant caisses de verres » doivent un gros; mais le fermier et admodiateur « leur doit donner led. verre plein de vin. » (J. GAUTHIER, *Inventaire sommaire... Archives civiles*, série B, III, 3225, p. 371.)

2. Il est curieux de constater que les premières cartes qui mentionnent le Mont de Fourches ajoutent expressément qu'il sépare la Comté de la Lorraine. On peut en inférer qu'il était de tradition de placer au Mont de Fourches, c'est-à-dire au seul col alors praticable dans la montagne, la frontière des deux provinces. Aujourd'hui encore les gens du pays disent qu'on passe là de Lorraine en Comté.

3. Les deux épîtres de MYLIUS nous renseignent très exactement sur la manière dont ORTELIUS prenait ses notes : « ea que jampridem ex variis auctoribus, de propriis locorum nominibus collecta, in variis schedis apud te habebas... »

tard, par inadvertance, il a attribué ce Mont de Fourches à du Pinet¹. Quant à l'erreur de lecture Fauciles pour Fourches qui, d'ailleurs, peut être le fait de l'imprimeur, elle n'a rien qui puisse étonner. Dira-t-on qu'Ortelius, lorsqu'il a, par la suite, repris et développé l'article Vosges dans sa *Synonymia* publiée à part, aurait dû corriger cette bévue? Mais de quel moyen de contrôle pouvait-il disposer, si le nom ne se trouvait que dans une note manuscrite? Les erreurs de transcription de noms propres fourmillent dans les ouvrages et sur les cartes du xvi^e siècle, et l'on sait, lorsqu'on a eu sous les yeux des épreuves d'imprimerie, combien elles sont encore aujourd'hui fréquentes. Enfin j'ajouterai que, pour peu qu'on ait pratiqué les érudits du xvi^e siècle, on est bien forcé de reconnaître qu'ils n'avaient pas ce besoin de précision, ce scrupule qui s'imposent aujourd'hui à nos recherches. La confusion de Fourches avec Fauciles me paraît être la seule manière d'expliquer l'emploi par Ortelius d'un nom que tous ses contemporains ignorent².

Il reste à montrer comment le nom de Faucilles est entré dans la terminologie géographique, comment surtout, d'abord synonyme de Vosges, il a fini par s'appliquer à une chaîne imaginaire.

1. Il y a d'autres erreurs d'attribution dans les listes d'ORTELIUS. Sur 65 mentions de DU PINET, dans l'édition du *Theatrum* de 1574, 56 sont empruntées aux *Plantz, Pourtraits...*, 2 à la traduction de PLINE; 7 doivent être considérées comme inexactes, car il n'est pas possible qu'elles proviennent toutes d'un ouvrage de DU PINET qui nous serait inconnu. Voici quelques exemples. Pour le Mont Taurus, ORTELIUS attribue à DU PINET les deux traductions bizarres de Cortestan et Caraman, qui sont, en réalité, de RAMUSIO et de J. BARBARO. L'erreur a été corrigée dans la *Synonymia* de 1578, mais les autres sont restées. Apollonia de Macédoine est identifiée avec Sissopoli, soi-disant d'après DU PINET. Or DU PINET donne, à plusieurs reprises, comme équivalent d'Apollonia : Velona ou Velonne (Avlona). L'identification avec Sissopoli doit être de STEPHANUS NIGER, mais il s'agit dans ce cas d'Apollonia de Thrace (voir Apollonia Thraciae urbs, dans l'édition de 1578). ORTELIUS paraît avoir confondu les deux Apollonia. Le cap Drepanum de Crète, a conservé, dit-il, d'après DU PINET, son nom ancien : « ejusdem et antiqui et recentioris nominis nisi fallit Antonius Pinetus ». En réalité, DU PINET traduit « Drepanum promontorium » par « Cap de Meleca ». ORTELIUS doit avoir confondu avec le Cap Drepanum voisin de Patras, ou « Rhion prom. », que DU PINET appelle Drepano. — Voici encore une confusion singulière. Sebusiani (pour Secusiani) est identifié avec le pays de Bresse. Or DU PINET a varié d'opinion sur les Secusiani. Il les a pris, en effet, d'abord pour les Bressans, puis, plus correctement, pour les peuples du Forez. ORTELIUS traduit bien « Secusiani » par « Forez », d'après DU PINET, mais il maintient les Sebusiani, avec une faute de transcription, comme étant les Bressans, toujours d'après DU PINET, et sans s'apercevoir qu'il s'agit du même peuple. Il est donc permis de dire qu'on retrouve dans la seconde rédaction de la *Synonymia*, due à ORTELIUS lui-même, un peu de cette précipitation que MYLIUS avouait avoir apportée dans l'établissement des premières listes : « satis tumultuarie confuseque... conscripseram. »

2. Il existe un autre Mont des Fourches dans la région qu'on désigne ordinairement sous le nom de Faucilles. C'est une butte-témoin située au Nord-Est de La Marche, qui atteint, au signal de Tête-Haute, l'altitude de 504 m. Mais ce nom ne figure pas sur les anciennes cartes. Je ne l'ai trouvé, pour la première fois, que sur la Carte de l'État-Major.

Mont de Faucilles avait passé inaperçu ; Mont de Faucilles fit rapidement fortune, grâce aux nombreuses éditions de l'Atlas de Mercator et à la réputation méritée de ce grand ouvrage. Dès 1625, on lit dans la 2^e édition des *Estats Empires Royaumes et Principautés du Monde* de Davity : « La Seine reçoit dans ses eaux la rivière de Marne, qui sort du Mont de Faucilles, un peu au-dessus de Langres ¹. » Plus tard, on ne dira plus que Mont des Faucilles, comme en témoigne ce passage de Baudrand, en 1705 : « Moselle. Elle tire sa source en Lorraine de la montagne des Faucilles, dans la Vauge, un peu au-dessus du village de Busans ². » Le même Baudrand traduit Faucilles en latin : *Secularum mons* ³. *Falcium mons*, dit Adrien de Valois ⁴. Les cartographes sont plus réservés : Nicolas Sanson et de Fer écrivent Faucilles près des sources de la Moselle, prenant visiblement comme modèle la carte de Lorraine de Tassin ; mais les fils de Sanson ne maintiennent pas l'inscription. Est-ce embarras de savoir où la placer ? « Faucilles » étant considéré, en effet, comme synonyme de Vosges, on avait le choix entre les environs de Langres, jusqu'où les écrivains anciens étendaient à l'Ouest le *Mons Vosegus*, et la montagne proprement dite à laquelle ce nom de Vosges a fini par se restreindre. Le bailliage de Vauge ou de Vosges, qui comprenait la région située entre Neufchâteau, Mirecourt, Darney et Arches, contribuait à perpétuer l'indécision.

On remarquera qu'il n'est pas question, d'abord, de faire des Faucilles une chaîne particulière. La notion d'une chaîne continue, joignant les Vosges au Plateau de Langres, est une conséquence des théories de Buache sur les lignes de partage des eaux. Déjà la carte qui accompagne son mémoire de 1752 encadre le bassin de la Saône d'une bordure continue de montagnes ⁵. Ce sont les géographes-mathématiciens du commencement du XIX^e siècle qui ont répandu et popularisé cette notion fautive. Lacroix décrit, sans lui donner de nom, la chaîne qui sert de trait d'union entre le Jura, les Vosges et les Cévennes ⁶, et je crois bien que c'est Denaix qui, le premier, donne le nom de Faucilles à la « dorsale » comprise entre les Vosges et le Plateau de Langres ⁷. Restait la consécration suprême : l'inscription sur

1. *Les Estats Empires Royaumes et Principautés du Monde*, par le Sr D. T. V. Y. Edition nouvelle revue et augmentée, 1625, in-fol., p. 64.

2. BAUDRAND, *Dictionnaire géographique et historique*, 1705, in-fol., au mot *Moselle*.

3. *Ibid.*, au mot *Faucilles*.

4. HADRIAN Valesii *Notitia Galliarum*, 1675, in-fol., p. 622.

5. [PHILIPPE] BUACHE, *Essai de géographie physique où l'on propose des vues générales sur l'espace de Charpente du Globe... Histoire de l'Académie royale des Sciences*, 1752, *Mémoires de mathématiques et de physique*, p. 399-416.

6. S. F. LACROIX, *Introduction à la géographie mathématique et critique et à la géographie physique* 2^e éd., Paris, 1811, in-8, p. 213. — La première édition, qui ne comprend que la géographie mathématique, sert d'introduction à la *Géographie moderne* de J. PINKERTON, traduite par G.-A. WALCKENAER, Paris, au XII, in-8.

7. A. DENAIX, *Essais de géographie méthodique et comparative*, Paris, 1827, in-8, p. 55.

la Carte de l'État-Major. On y peut lire : Monts Faucilles, au Sud d'Épinal, sur la ligne de partage des eaux (feuille n° 85, *Épinal*). Comment les géographes auraient-ils hésité ?

Il ne demeure donc rien aujourd'hui des prétendus Monts Faucilles, pas même le nom, qui ne peut s'expliquer, je crois l'avoir montré, que par une vulgaire erreur de lecture. Il eût été, d'ailleurs, bien étrange que le langage populaire eût inventé un nom pour désigner une région que rien ne signalait particulièrement à l'attention. Mieux informés, quelques géographes ont voulu, du moins, appliquer le nom de Faucilles à de véritables montagnes. Ils appellent ainsi le front méridional des Vosges, c'est-à-dire l'alignement montagneux compris entre la haute Moselle et les premiers affluents de la Saône. Par l'école, cette acception de Faucilles s'est même répandue dans le pays. Mais pourquoi détacher cet alignement montagneux du massif des Vosges, dont il fait si manifestement partie ? Sur la carte à 1 : 320 000, on a adopté une solution plus rationnelle : on a écrit Faucilles sur le plateau de calcaire triasique qui se détache en relief au Nord de la forêt de Darney. C'est uniquement à cet accident topographique, d'assez faible importance d'ailleurs, que le commandant Barré propose de restreindre le nom de Faucilles¹. Peut-être vaudrait-il mieux rayer simplement de la nomenclature géographique ce nom malheureux, qui a déjà fait naître tant de confusions et qui risque de les perpétuer longtemps encore. M^r Vidal de la Blache s'est servi, pour désigner la région comprise entre les Vosges et le Plateau de Langres, de l'expression : Seuil de Lorraine². Elle a le grand avantage d'exclure toute idée d'obstacle montagneux et d'attirer, au contraire, l'attention sur cette zone de passage ; elle répond à la fois parfaitement aux réalités physiques et économiques. Il y aurait tout profit à l'adopter définitivement.

L. GALLOIS.

1. Commandant O. BARRÉ, *L'Architecture du sol de la France*, Paris, 1903, p. 431.

2. Carte de la *France physique*, dans son *Atlas général* (nouvelle édition, 1909), p. 62-63.

MOPTI ET LE COMMERCE DU MOYEN NIGER

L'achèvement du dernier tronçon du chemin de fer de Kayes à Koulikoro, à la fin de 1904, a pratiquement donné le signal de l'ouverture au commerce européen de la vallée du Niger moyen. Avant 1904, on ne rencontrait guère, au delà de Koulikoro, que des traitants indigènes, et la métropole commerciale de la partie soudanaise du fleuve était Djenné. Mais cette ville, construite sur un îlot dans la vallée du Bani, ne communique avec le grand fleuve, et par suite avec Koulikoro et le chemin de fer, que par le marigot de Koakourou, qui n'a d'eau que pendant quelques mois de l'année. D'autre part, l'aigrette, qui pullulait autrefois et retenait les chasseurs dans la région du Bani, s'est reportée vers le Nord. Le commerce européen n'a pas porté son principal effort sur Djenné, qui est maintenant en décadence. C'est Mopti, sa jeune rivale, qui est devenue la capitale commerciale du Niger moyen.

La situation géographique de Mopti (fig. 1) la désigne naturellement comme place d'échanges. Au confluent du Bani et du Niger, il communique pendant dix mois de l'année par voie fluviale avec Koulikoro, Tombouctou et Djenné. Mopti se trouve, en outre, à la lisière Sud de la zone des grandes inondations du Niger, qui paraît être une des régions du globe où l'élevage rencontre les conditions les plus favorables¹, et où vivent d'immenses troupeaux de bœufs et de moutons. Mopti touche au Macina, région soudanaise où la densité de la population est assez élevée. Enfin, c'est vers ce point que commencent les grandes cultures de riz, qui semblent devoir être une des principales richesses de la vallée du Niger.

Neuf maisons de commerce françaises sont actuellement représentées dans la région de Mopti. Elles occupent une trentaine d'Européens, et leurs opérations s'étendent jusqu'au delà du lac Dhébo. Tous les principaux centres commerciaux de la région : Sofara (Kaka), Kona, Fatoma, Korienza, Aka, Saraféré, sont fréquemment visités et parfois temporairement occupés par des agents européens. En dehors de Mopti, il y a des comptoirs européens permanents à Djenné, à Koakourou et à Diafarabé. Tombouctou est également occupée, à l'heure actuelle, par plusieurs maisons européennes, qui y font des affaires importantes, mais les opérations qu'elles traitent

1. On y trouve, en effet, de l'herbe fraîche presque toute l'année, pendant la saison des pluies dans tout le pays et pendant la saison sèche sur les laisses humides que la dérive du fleuve met peu à peu à découvert de décembre à mai.

sont d'une nature un peu différente et ne se rattachent qu'indirectement à la région commerciale dont le centre est Mopti.

Les opérations commerciales entreprises actuellement dans cette dernière région peuvent se classer ainsi : 1° Importation de denrées européennes; 2° Exportation de matières brutes; 3° Opérations dans l'intérieur de la colonie sur les matières destinées à l'alimentation.

Sur le premier point, je ne suis pas en mesure de fournir de ren-

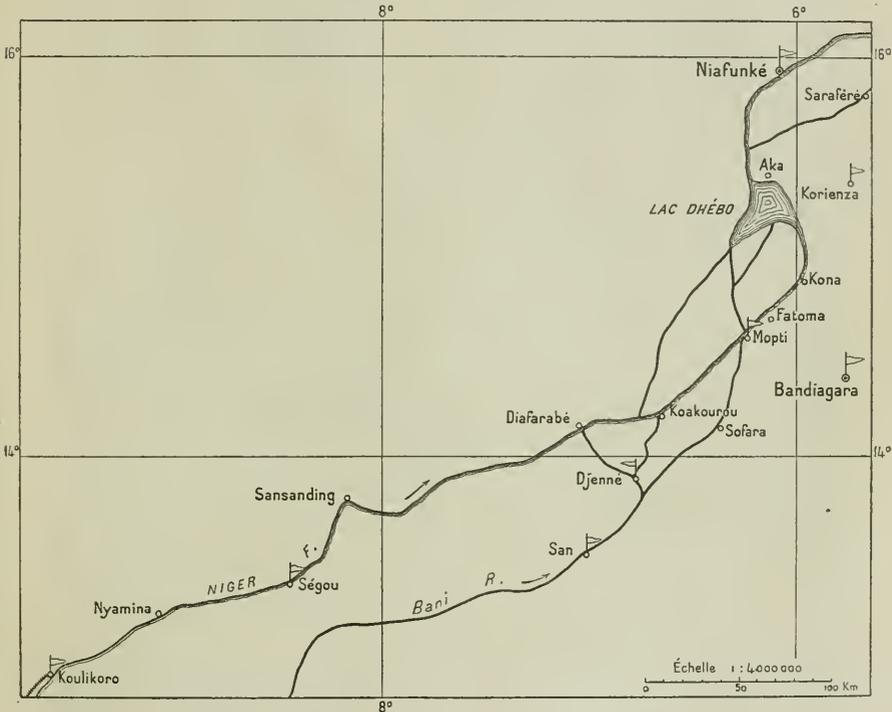


FIG. 1. — Le Niger moyen et les environs de Mopti.

seignements nouveaux. On débite dans tous les comptoirs des quantités considérables de cotonnades, ainsi que les marchandises couramment demandées par les indigènes en Afrique occidentale. Sucre, biscuit, pacotille s'écoulent très bien; mais les maisons de commerce, pour des motifs faciles à comprendre, n'ont pas intérêt à publier leur chiffre d'affaires.

Sur le second point, des essais tout à fait intéressants ont été tentés pour exporter en France des laines et des peaux brutes. Les premières expériences ont occasionné des mécomptes; mais il ne semble pas que les opérations de cet ordre doivent être abandonnées.

Voici l'état actuel de la question. Au milieu de 1907, après envoi

d'échantillons dans les principaux centres d'industrie lainière, les maisons de commerce représentées à Mopti résolurent d'expédier en France de la laine du Soudan. Les envois, commencés au milieu de 1907, se continuèrent sans interruption jusqu'au début de 1908, et leur poids total atteignit 550 t. ¹. La vente de cette marchandise ayant donné lieu à des mécomptes, les envois furent suspendus. Ils ont été repris timidement pendant le troisième trimestre 1908, et, pour la campagne 1908-1909, les envois ont été seulement de 150 t. On avait fondé tant d'espérances sur la laine du Soudan que l'échec de cette première tentative a causé beaucoup de découragement. Rien ne permet, cependant, de croire que cet échec soit définitif, bien au contraire. La cause essentielle du désastre paraît être l'effondrement du cours des laines: celles-ci, au début de 1908, ont subi, comme toutes les matières premières, l'influence de la crise américaine.

D'autres causes ont également contribué à déprécier les laines du Soudan, mais il semble qu'il soit possible d'apporter un remède à cette dépréciation. Les laines du Soudan sont toutes utilisables pour l'industrie, mais elles sont de qualités extrêmement variables entre elles ². Aucune précaution ne fut prise dans les premiers envois pour trier la matière première. Bien plus, dans presque tous les troupeaux indigènes, les moutons à laine vivent pêle-mêle avec les moutons de l'espèce dite « moutons à poils ». Trop souvent, dans les balles expédiées, on trouva, mélangées à la laine, de grandes quantités de poils. Les acheteurs, accoutumés à recevoir des marchandises triées, correspondant à des quantités classées et cotées, montrèrent peu de goût pour la marchandise nouvelle. D'autre part, dans la certitude de trouver un prix de vente d'au moins 1 fr. 50 à 2 fr. par kilogramme, les acheteurs de Mopti avaient fait aux indigènes des offres très élevées: ils étaient allés jusqu'à payer, sur place, 0 fr. 60 le kilogramme. Au transport et à la manutention, que l'on avait prévu comme devant élever le prix de revient, vinrent s'ajouter des courtages très élevés réclamés par les intermédiaires. On a trop souvent tendance à s'imaginer en France que les marchandises provenant des colonies sont recueillies, sur place, à un prix de revient presque nul, et que, n'ayant guère à payer que leur transport, elles peuvent aisément supporter des courtages élevés.

Tout permet d'espérer une revanche. Le cours des laines a remonté depuis l'an dernier, et les maisons de Mopti, loin d'abandonner l'idée des opérations de cet ordre, se préoccupent d'assurer le triage de

1. Ces chiffres et ceux qui suivent sont ceux des statistiques du chemin de fer de Kayes au Niger, qui nous ont été communiqués grâce à l'obligeance de M^r l'Administrateur Directeur.

2. Voir, à ce sujet, l'excellent article de M^r AZMANN, *Renseignements sur les laines du Soudan* (*Journal Officiel du Haut-Sénégal-Niger*, Année 1909, 1^{er} mars, p. 94).

leurs marchandises avant l'envoi. Les commerçants sont intervenus auprès de l'Administration, et des mesures vont être prises pour exiger des indigènes la séparation des moutons à laine et des moutons à poils. La question des laines du Soudan est de celles qu'on ne doit pas perdre de vue ¹.

En même temps qu'on s'occupait de la laine, on a tenté d'exporter des peaux brutes de bœufs, de moutons et de chèvres. Ces essais ont eu, pour les mêmes raisons que ceux tentés sur les laines, des résultats médiocres. Les prix de vente probables, indiqués à la suite d'envois d'échantillons choisis, ont fait faire des achats sur place à des prix beaucoup trop élevés. La baisse des cours et l'inégalité des envois ont amené de gros mécomptes. Il avait été expédié, en 1907, 90 t. de peaux sèches, et 72 en 1908. Pendant le premier trimestre de 1909, il n'a été expédié que 4.8. Là encore, la question est loin d'être abandonnée, mais elle est à mettre au point.

Les maisons de Mopti ont presque renoncé au commerce de la plume d'aigrette. C'était autrefois la seule marchandise d'exportation connue au delà de Ségou. Le prix toujours très élevé de la plume d'aigrette rendait les opérations extrêmement rémunératrices. Mais il a été fait de tels massacres, en 1905 et en 1906, que l'aigrette a presque disparu. Un arrêté du lieutenant-gouverneur de la colonie, du 25 août 1907, a interdit la chasse à l'aigrette pour une durée de deux ans. Mais, au début de cette année, les oiseaux n'avaient pas encore reparu.

En ce qui concerne les opérations limitées à l'intérieur de la colonie sur les matières destinées à l'alimentation, il faut, pour bien comprendre leur raison d'être, se représenter l'extrême complexité des différentes régions que nous désignons sous le seul nom d'Afrique Occidentale.

M^r Auguste Chevalier écrivait récemment : « Je crois qu'on ne sait pas encore assez en France la variété des climats et la quantité des cultures qui sont possibles en Afrique Occidentale... Il n'est point exagéré de dire que, tous les cent kilomètres environ, on y change de région. C'est quelque chose comme le morcellement de nos anciennes provinces... Non seulement, dans chacune de ces provinces naturelles, les habitants ont leurs aptitudes spéciales, mais les cultures alimentaires... ne sont pas les mêmes... Au lieu de tendre à uniformiser les productions de ce vaste domaine, il serait en vérité bien plus intéressant de chercher à faire produire à chaque région les produits qui sont sa spécialité et que les provinces voisines ne possèdent pas. Grâce à cela, il se fera un commerce intérieur de plus en plus actif ²... »

1. La bergerie modèle de Niafouké a déjà obtenu quelques bons résultats. [Renseignement de M^r R. CHUDEAU.]

2. *Le Temps*, 14 mars 1909.

C'est à ce commerce intérieur que les maisons de Mopti ont demandé un dédommagement de leurs déboires, après les campagnes malheureuses sur les laines et sur les peaux. On peut dire que, sur ce point, la réussite a presque dépassé leurs espérances.

La région du Niger située en aval de Mopti produit du riz en quantités considérables. En amont vers Sansanding, Ségou et Nyamina, on trouve à acheter du mil par centaines de tonnes. En revanche, les habitants des régions caoutchoutifères et minières de la Haute-Guinée, où l'on a abandonné les anciennes cultures, ceux des centres urbains de Bamako et de Kayes, le personnel indigène du chemin de fer et même une partie des habitants du Fouta consomment presque exclusivement des céréales du Soudan. Les maisons de Mopti ont entrepris, de concert avec les maisons de Bamako et de Kayes, d'assurer le ravitaillement, et elles font le commerce en grand du riz et du mil; elles en ont tiré immédiatement des bénéfices considérables. Un tarif extrêmement réduit de 0 fr. 25 la tonne kilométrique a été consenti par le « Kayes-Niger » pour les grains voyageant par wagon complet de 2 t.¹, de telle sorte qu'il a été transporté par chemin de fer : en 1907, 3 518 t. de riz et 3 944 t. de mil; en 1908, 3 224 t. de riz et 3 680 t. de mil; pour le 1^{er} trimestre 1909 seulement, 1 200 t. de riz et 1 305 t. de mil². Le mil s'achète à des prix variant entre 25 et 40 fr. la tonne et se revend de 100 à 150 fr. Le riz s'achète entre 40 et 80 fr. la tonne et se revend de 150 à 200 fr.

La clientèle que nous avons indiquée ci-dessus suffit actuellement à la production; mais celle-ci est loin d'avoir atteint son maximum. En ce qui concerne le riz, on peut espérer qu'on arrivera avant peu à l'exporter en quantités suffisantes pour ravitailler la vallée du Sénégal. Actuellement, tout le riz consommé, tant à la côte que dans les escales du fleuve, vient de l'Indochine et se vend entre Kaédi et Bakel de 0 fr. 40 à 0 fr. 50 le kilogramme.

Jusqu'ici, le riz exporté de Mopti a été mis en saes sous forme de « paddy », sans être décortiqué. Une maison de Mopti a eu l'idée de monter, à Mopti même, une machine pour le décortilage et le blanchiment du riz³. La machine, d'un modèle assez courant en Espagne, utilise comme combustible la balle du riz qu'elle travaille. La petite usine fonctionne admirablement; elle traitait, en avril 1909, douze tonnes par jour, chiffre que ses propriétaires espéraient pouvoir augmenter.

1. Ce tarif s'applique également aux peaux brutes, aux laines, au coton en balles et aux arachides.

2. Chiffres correspondants : 1^{er} trimestre 1907, 982 t. de riz et 622 t. de mil; — 1^{er} trimestre 1908, 987 t. de riz et 626 t. de mil.

3. Le chef de cette maison est un ancien élève de l'École de Commerce de Bordeaux.

Le développement du commerce dans la région du moyen Niger a donné à l'industrie de la batellerie une activité considérable. Toutes les maisons de commerce possèdent une flottille de chalands en acier ou en aluminium, et l'une d'entre elles dispose d'un remorqueur à pétrole. Le chemin de fer possède quelques bonnes unités, dont on travaille activement à augmenter le nombre : le « *Magé* » et l'« *Ibis* », petits navires de rivière à roues, peuvent transporter des passagers et du fret tout en traînant une remorque. Une vingtaine de légers chalands en acier de 10 à 40 t. ont été mis en service. D'autres sont en construction à Koulikoro, ainsi que deux nouveaux remorqueurs.

Pour ceux qui ont connu la vallée du Niger il y a quelques années, le contraste avec l'état actuel est vraiment frappant. Quand nous débarquâmes à Mopti, en août 1902, pour y prendre la route de Bandiagara, il n'y avait là qu'un misérable village de quelques cases. Un sous-officier européen, chef de poste, y assurait le transit, seul avec quelques tirailleurs. Pour franchir la plaine, alors inondée par la crue, qui entoure Mopti, nous dûmes marcher, pendant de longues heures, sur une piste où nos chevaux avaient de l'eau jusqu'au ventre. Nous avons revu Mopti au mois d'août 1907, et nous avons constaté avec plaisir qu'une digue de 12 km. était en construction et allait relier désormais en tout temps l'îlot à la terre ferme. L'ancien village poussait, avec des airs de « *mushroomcity* ». Au mois d'avril 1909, lorsque nous y avons réuni les éléments de cette étude, nous avons trouvé la petite ville européenne achevée et la « *place commerciale* » en pleine activité. L'avenir de Mopti est en bonnes mains, et nous pensons qu'il est intéressant de signaler l'œuvre remarquable que nos commerçants coloniaux, trop souvent calomniés en France, sont en train d'y mener à bien, à force d'intelligence, de sens pratique et d'activité.

28 juillet 1909.

LUCIEN MARC.

APPENDICE

SUR LE MARCHÉ INDIGÈNE DE SOFARA

(PHOTOGRAPHIES, PL. III)

Le village de Sofara (2500 hab.), sur le Bani, entre Djenné et Mopti, est de création récente; il date seulement d'une quinzaine d'années. Chaque mardi s'y tient un marché indigène important, où se réunissent, outre les gens de la région (Habès, Peuhls, Bambara, Sonr'ai), des gens du Sud (Mossi, Bobo) et des gens du Nord (Maures). La statistique du 1^{er} trimestre 1909 accuse un mouvement d'affaires de 180 000 fr.

Le principal commerce de Sofara se fait dans les cases du village; il con-

siste surtout dans l'échange de noix de kola, venant du Sud, contre des barres de sel, venant du Nord. Les noix de kola¹ valent en moyenne 30 fr. le mille ; il s'en vend jusqu'à un million par mois. Quant au sel, fourni par les mines du Sahara, il en arrive environ 1 000 barres par mois ; les barres pèsent une trentaine de kilogrammes ; elles valaient de 18 à 20 fr. pendant le 1^{er} trimestre 1909.

Le commerce du sel de Taoudenni, qui est la seule raison d'être de Tombouctou², est, depuis peu de temps, fortement atteint. Jusqu'à ces dernières années, le prix de la barre, payée 4 fr. 25 à Taoudenni, dépassait 20 fr. à Tombouctou. Le sel qu'ont amené les « azalai » de 1909 est tombé à 8 fr. 50. Ce bas prix, qui laisse fort peu de bénéfices, est dû à la sécurité plus grande, qui permet à tout le sel chargé à Taoudenni d'arriver à Tombouctou, et surtout à la pénétration du sel de l'Atlantique, qui, du golfe de Guinée, arrive jusque dans le Bobo et le Mossi ; il en vient aussi, par le Sénégal et le « Kayes-Koulikoro », jusqu'au Niger. En octobre 1909, la barre de sel valait 11 fr. 50 à Mopti ; le même poids de sel de Roumanie, très bien accueilli par les indigènes, revenait à 9 fr. au troisième intermédiaire. Il paraît impossible que les cours puissent jamais se relever à Tombouctou.

En dehors de la kola et du sel, on vend, à Sofara, du bétail (chèvres et moutons surtout), du poisson sec, des céréales (riz, mil et un peu de maïs), du coton, de l'indigo, des poteries, des Calebasses, de la farine de nété, du miel, produit surtout chez les Haabès, des fruits d'*Acacia arabica*, riches en tannin, des cendres pour la préparation du savon et de la pacotille européenne.

Ce marché de Sofara s'est développé surtout aux dépens de Djenné. A l'époque, récente encore, où le pays était souvent troublé, Djenné, bien protégé par ses murailles et isolé dans son île pendant la saison des hautes eaux, était un entrepôt à l'abri d'un coup de main. Depuis que la sécurité règne dans le pays, Sofara, reliée toute l'année, par une bonne piste, qui n'est jamais inondée, à Bandiagara et, par le Bani, à tout le bassin du moyen Niger, se trouve dans de bien meilleures conditions que Djenné, qui ne semble pas pouvoir lutter contre le commerce européen de Mopti et le commerce indigène de Sofara.

R. CRUDEAU.

1. Les noix de kola sont un des gros articles du commerce soudanais ; pendant le troisième trimestre 1909 (juillet-septembre), il en est passé 1 400 000 à Saraféré, où les Mossi viennent les échanger contre le sel de Taoudenni.

2. Les caravanes (« azalai ») qui vont à Taoudenni comptent chaque année environ 50 000 chameaux (soit 200 000 barres de sel). La plupart arrivent à Tombouctou ; les autres se distribuent dans divers villages entre Ras el Ma et Bamba.

LA CARTOGRAPHIE DE MADAGASCAR

L'Exposition de Géographie et de Cartographie coloniales, récemment organisée par l'Office Colonial¹, n'offrait aucun échantillon de travaux géographiques concernant Madagascar. Si le public n'a pas oublié le panneau de la carte à 1 : 100 000, mesurant 2^m,50 de haut sur 1^m,92 de large, ainsi que les feuilles de la Carte générale à 1 : 500 000 qui figuraient dans le Pavillon de cette Colonie à l'Exposition de 1900², il a pu croire que, depuis lors, la cartographie de Madagascar n'avait pas fait de progrès. Les cartes nouvelles dont, chaque année, le Service Géographique de l'État-Major à Madagascar envoie régulièrement des échantillons aux différents ministères : Guerre, Colonies, Affaires étrangères, suffisent à prouver le contraire; il est regrettable que quelques exemplaires de ces cartes n'aient point figuré, dans la Galerie d'Orléans, à l'Exposition en question. Après un résumé des grands travaux géographiques exécutés à Madagascar depuis la conquête, nous essaierons d'exposer ceux actuellement en cours, et dont l'ensemble est loin d'être méprisables.

I. — HISTORIQUE DES TRAVAUX GÉOGRAPHIQUES A MADAGASCAR.

L'histoire des travaux géographiques à Madagascar se divise naturellement en deux périodes : 1^o la période antérieure à l'expédition de 1895, où les travaux effectués sont tous dus à l'initiative privée, et dont les résultats se présentent sous la forme de levés partiels, péniblement assemblés, toujours par des particuliers, en quelques cartes générales forcément incomplètes; 2^o la période postérieure à la conquête, où l'organisation de la jeune colonie exige l'établissement d'une carte complète. Cette tâche revient, comme partout, aux militaires. Nous verrons donc s'ouvrir l'ère d'une triangulation méthodique, accompagnée de levés réguliers ou de levés de reconnaissance, confiés, au début, aux officiers venus du Service Géographique de l'Armée de Paris, puis bientôt aux officiers du corps d'occupation. Le but poursuivi était d'obtenir rapidement une carte générale. On n'a pu s'occuper qu'à une époque très récente d'entrer dans la voie des levés réguliers.

1. P. PRIVAT-DESCHANEL. *L'Exposition de Géographie et de Cartographie coloniales* (*Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 347-351).

2. EMM. DE MARGERIE et L. RAVENEAU, *La cartographie à l'Exposition Universelle de 1900* (*ibid.*, IX, 1900, p. 309).

1° Avant et pendant la campagne de 1895. — L'inventaire complet des connaissances géographiques acquises sur Madagascar a été dressé par M^r A. Grandidier¹. Mais son inventaire s'arrête en 1892.

Ce n'est qu'après 1871 que s'ouvre pour cette colonie l'ère de la cartographie moderne, avec les cartes de M^r A. Grandidier parues dans le *Bulletin de la Société de Géographie de Paris*². Ces documents, résultats des longs travaux de l'auteur, sont vraiment les premiers qui marquent une connaissance approfondie de la physionomie générale de l'île et de la configuration de son relief. De cette époque jusqu'à la campagne de 1895, tous les travaux géographiques sont dus à l'initiative privée, soutenue de loin par le Gouvernement : ils mettent en relief, à côté du nom de A. Grandidier, ceux des PP. Colin (géodèse) et Roblet (topographe), missionnaires jésuites qui, de l'année 1873 jusqu'à la veille de la campagne, leur ont consacré tous leurs loisirs. Peu ou point de travaux officiels : à peine peut-on citer la *Carte au 1 : 20 000 du territoire de Diego-Suarez*, levée en 1888 par les officiers de la place par ordre du colonel de Badens, publiée en 16 feuilles chez Broise et Courtier; puis, sur la côte Ouest, quelques missions hydrographiques consécutives à la campagne de 1885 (MM^{rs} Favé et Cauvet, 1887-1889; Mion et Fichot, 1889; Rollet de l'Isle, Driencourt et Laporte, 1891-1895)³. Les résultats obtenus par les PP. Colin et Roblet se manifestent par une première carte topographique de l'Imérina à 1 : 300 000⁴, puis par la belle *Carte topographique de l'Imérina*, à 1 : 200 000, en trois feuilles, et celle de la *Province des Betsileo*, à 1 : 300 000, gravées par Erhard et parues dans l'ouvrage précité de A. Grandidier⁵; enfin, par le levé de la route de Tananarive à Andavorante, exécuté en 1891-1892⁶ et publié en 1895 par le Service Géographique de l'Armée.

Nous devons une mention spéciale aux cartes publiées au moment même de la campagne, documents de circonstance, dont quelques-uns furent improvisés assez hâtivement, et qui se contentent tous d'utiliser les publications antérieures. Le Service Géographique de l'Armée

1. ALFRED GRANDIDIER, *Histoire de la géographie de Madagascar*, Paris. Impr. Nat., 2^e éd., 1892.

2. ALFRED GRANDIDIER, *Esquisse d'une carte de l'île de Madagascar*, à 1 : 2 000 000 (*Bull. Soc. Géog. Paris*, 6^e sér., II, 1871); — *Id.*, *Essai d'une carte hypsométrique de la province d'Imerina (centre de Madagascar)*, à 1 : 500 000 (*ibid.*, 7^e sér., IV, 1883).

3. Voir les *Rapports sur les Missions hydrographiques de Madagascar*, dans les *Annales Hydrographiques*, *passim*.

4. *Carte de la Mission catholique dans la province de l'Emirne (Imérina)*... à 1 : 300 000 (*Les Missions Catholiques*, Année 1881). — Voir aussi : R. HAUSERMANN, *Madagascar, dressée d'après les documents du R. P. DE LA VAISSIÈRE et de M. A. GRANDIDIER*, à 1 : 400 000 (*ibid.*, 1885).

5. Ouvr. cité, II. — Voir *Bibliographie de 1895*, n° 938.

6. Voir : P. E. COLIN, *Trouvaux à Madagascar en 1892* (*C. r. Ac. Sc.*, CXVIII, 1894, p. 510-512).

publia très rapidement, pour en doter le corps expéditionnaire, les documents suivants : une carte générale à 1 : 2 000 000, en deux feuilles, extraite de la carte d'Afrique du commandant Regnault de Launoy de Bissy; — l'*Itinéraire de Majunga à Tananarive*, à 1 : 200 000, d'après les travaux de MM^{rs} le lieutenant-colonel de Beylié, d'Anthonard et lieutenant Aubé; — une réédition à 1 : 300 000 de l'*Itinéraire de Tananarive à Fianarantsoa*, d'après MM^{rs} Grandidier et Roblet; — l'*Itinéraire de Tamatave à Tananarive par Andevorante*, des PP. Colin et Roblet, cité plus haut. Dans le même temps paraissaient : une réédition de la carte de MM^{rs} Laillet et Suberbie; la carte de Hansen à 1 : 750 000; un agrandissement à 1 : 100 000 de la *Carte... de l'Imérina* de MM^{rs} Grandidier, Colin et Roblet¹. Le corps expéditionnaire possédait donc un ensemble assez remarquable de renseignements sur le pays, tout au moins sur les régions importantes et sur les routes d'accès qu'il pouvait être appelé à suivre.

L'année 1895 inaugure la participation de l'élément militaire à l'étude géographique de la Colonie; il va désormais presque seul en poursuivre l'inventaire raisonné.

Le corps expéditionnaire avait emmené avec lui deux officiers géodèses du Service Géographique de l'Armée, les capitaines Bourgeois et Peyronnel, qui devaient relier Majunga à Tananarive par une triangulation expéditive, en partant de la base mesurée en 1892 par les Ingénieurs hydrographes à Majunga. Par suite des difficultés de la campagne, le travail fut arrêté à Andriba sans fermeture de vérification², et les conditions défectueuses dans lesquelles il avait été exécuté expliquent l'erreur de 41' 16" en longitude qui fut trouvée par la suite pour son point d'arrivée.

En 1896, le Service Géographique de l'Armée envoyait à Madagascar une brigade de six officiers³; elle apportait un programme brillant, annonçant l'intention de lever à 1 : 200 000, en une période de trois ans, le quadrilatère Didy-Tamatave-Andevorante-Moramanga. Ce programme ne fut même pas entamé. Aucune étude ne fut entreprise, à cause de l'état insurrectionnel du pays; les opérateurs ne sortirent point de Tananarive. Une autre brigade⁴ devait préparer les études du chemin de fer sur la côte Est; son chef, attaqué par les Fahavalos, ne put même pas commencer sa mission. Enfin, dans la même année, deux officiers supérieurs du génie⁵, cherchant une route directe de Tamatave à la capitale, rapportèrent un simple levé d'itinéraire à travers cette région boisée, qui reste à peu près le seul docu-

1. Sur ces publications, voir *Bibliographie de 1895*, nos 938-941.

2. *Cahier du Service Géographique de l'Armée*, N° 27, 1907, p. 73-78.

3. Sous les ordres du commandant VERRIER.

4. Capitaine DELCROIX.

5. Colonel MARMIER et commandant GOUDARD.

ment qu'aient fourni à la connaissance de l'île les deux années de la conquête.

2° Travaux du Bureau Topographique à Madagascar de 1897 à 1901.

— Le 1^{er} novembre 1896, le 3^e bureau de l'État-Major du corps d'occupation, sous le nom de Bureau Topographique, remplace le Service Géographique de Madagascar, créé par dépêche ministérielle du 11 avril de la même année, institution mort-née que l'insurrection avait empêchée de faire œuvre utile. Si les missions spéciales, fraîchement débarquées de la métropole, n'avaient pu ramasser le moindre document, les officiers du corps d'occupation qui sillonnaient les régions troublées rapportaient nombre de levés d'itinéraire et de reconnaissance, qui augmentaient chaque jour les notions sur la grande île. C'est tous ces documents que le Bureau Topographique avait tâche de coordonner, en continuant l'exploration méthodique de la colonie. Pendant deux années encore, il allait rester tributaire du Service Géographique de l'Armée, qui continuait à lui envoyer des opérateurs exercés. Mais, dès l'année 1899, il était muni des organes nécessaires pour opérer lui-même. A cette époque, d'après une lettre du général Galliéni adressée au Président de la Société de Géographie, « on pouvait encore regarder comme inconnus les trois quarts de Madagascar »¹. Le Bureau Topographique se mit donc à l'œuvre. On eut à s'occuper tout d'abord de l'établissement d'un programme de travail.

Deux échelles fondamentales furent adoptées : le 1 : 100 000 pour les régions intéressant particulièrement la défense et la colonisation (environs de Tananarive, de Tamatave, de Diego-Suarez), avec possibilité de combler plus tard, mais seulement au fur et à mesure des ressources, les vides existants ; — le 1 : 500 000 pour la carte générale provisoire, réclamée d'urgence pour venir en aide aux reconnaissances et à la colonisation. Celle-ci devait résulter de l'assemblage des cartes partielles et itinéraires à la boussole fournis par les officiers et explorateurs. Cet assemblage était rendu très malaisé par les variations constantes de la déclinaison à Madagascar² ; il était indispensable d'avoir des points de repère, permettant la mise en place des itinéraires, et de constituer par suite un enchaînement de triangles géodésiques réguliers. On fut donc amené à consacrer au début la majeure partie des ressources disponibles à pousser l'établissement

¹ 1. *Récents travaux géographiques à Madagascar* (*La Géographie*, III, 1901, p. 225).

² 2. Ces variations peuvent aller jusqu'à 4° pour des points voisins en latitude. Voir à ce sujet les notes du P. COLIX à l'Académie des Sciences (*C. r. Ac. Sc.*, CXXX, 1900, p. 1229-1231; CXXXVI, 1903, p. 1298-1301; CXXXVIII, 1904, p. 1076-1079, 1318-1321; CXL, 1905, p. 1219-1222, 1521-1523; CXLII, 1906, p. 1139-1151, 1179-1181; CXLIV, 1907, p. 1197-1199; CXLVI, 1908, p. 1196-1198).

établirait ensuite deux chaînes côtières méridiennes, le long de la côte Est et de la côte Ouest, se reliant par plusieurs transversales aux deux chaînes principales. Quand on aurait assis sur des données certaines les grandes lignes de l'île et son contour, on entreprendrait la triangulation de détail, qui, ici comme partout ailleurs, consiste à remplir les grands quadrilatères ainsi formés par un réseau plus ou moins dense de points de 2^e et de 3^e ordre, devant faciliter le travail des topographes. L'origine de la triangulation a été l'Observatoire d'Ambohidempona, près Tananarive, dont les coordonnées avaient été déterminées en 1890-1891 par le P. Colin avec un cercle méridien portatif : la latitude par quinze séries d'observations, portant sur 156 étoiles ; la longitude par 39 observations de culmination lunaire, portant sur 361 étoiles¹. La projection adoptée fut celle de la carte de France à 1 : 80 000, c'est-à-dire le canevas conventionnel de Bonne, ou projection de Flamsteed modifiée, en prenant pour axes de projection 50^e long. E et 21^e lat. S, qui passent à peu près par le centre de figure, non loin de Tananarive. Cette projection s'adapte très bien à l'île, à cause de sa forme elliptique, et déforme très peu ses contours. Les tables de projection avaient été calculées par le Service Géographique de l'Armée. La coupure du 1 : 100 000 étant de dimensions assez restreintes (30 × 48 cm.), le tableau d'assemblage de cette échelle comprenait 508 feuilles. Quant à celui du 1 : 500 000, au lieu de s'appuyer, comme le précédent, sur les deux axes de projection, il fut modifié dans le but de diminuer le nombre de feuilles : il comporterait 32 feuilles rectangulaires de 33 × 35 cm., au lieu de 43 exigées par l'assemblage normal².

La mise en œuvre du programme que nous venons d'exposer ne commença pas immédiatement, dès le début de 1897. On préféra entreprendre l'étude des régions intéressant les voies de pénétration. C'est ainsi que fut commencée, par les soins du commandant Goudard, l'étude du chemin de fer de Tananarive à la côte Est, et que les dix officiers envoyés par le Service Géographique de l'Armée, répartis en deux brigades, commencèrent la triangulation et le levé à 1 : 100 000 de la côte Est, entre Tamatave et Andevorante (capitaine Gros) et de la région comprise entre Tamatave et Ambatondrazaka (capitaine Prévost). Les deux triangulations s'appuyaient sur une base de 5 082^m, 13

1. A. GRANDIDIER, *ouv. cit.*, p. 79 ; — P. COLIN, *L'Observatoire d'Ambohidempona*, dans E. COLIN et P. SEAU, *Madagascar et la Mission catholique*, Paris, 1895, p. 244 et suiv.

2. Voir : *Les études géographiques à Madagascar* (*La Géographie*, II, 1900, p. 183 et suiv.). Cet article est en partie le développement du Rapport sur le Bureau Topographique du corps d'occupation de Madagascar adressé à l'Académie des Sciences, par le général GALLIENI, rapport dont M^r A. GRANDIDIER a présenté un résumé dans la séance du 10 juillet 1899. A. GRANDIDIER, *Sur les travaux géographiques et cartographiques exécutés à Madagascar par ordre du général Gallieni, de 1897 à 1899*, dans *C. r. Ac. Sc.*, CXXIX, 1899, p. 84-89.)

mesurée à Ankarefo, sur la plage, au Sud de Tamatave¹, et sur deux azimuths de départ pris à Tamatave et à Andevorante. Les altitudes portaient du niveau moyen de la mer à Tamatave et se vérifiaient à Andevorante sur le niveau moyen à l'embouchure du Iharoka.

Il n'est peut-être pas sans intérêt d'examiner d'un peu près l'organisation de ces « brigades de 1897 », les premières, — et les dernières, — qui opérèrent dans la colonie avec une organisation aussi complète. Non que les résultats qu'elles obtinrent aient été particulièrement considérables : mais elles formèrent, pour ainsi dire, école à Madagascar, et leur méthode de travail resta pendant dix ans le modèle dont on s'inspira. Cette méthode se rapproche beaucoup de celle de la « topographie d'exploration », telle que l'enseigne le Service Géographique de l'Armée². Le géodèse mène de front la reconnaissance et la mesure définitive des angles. Il pousse suivant le terrain sa chaîne de triangles de premier ordre et, à l'aide de quelques stations secondaires, détermine par intersection un nombre suffisant de points de 3^e ordre (signaux naturels : arbres isolés, notamment, dans cette région) pour que le topographe puisse faire son travail. Celui-ci suit de près le géodèse, appuyant son levé de détails sur le canevas, exclusivement graphique, que lui livre le premier par fragments successifs, se réservant d'en calculer plus tard les éléments et les coordonnées. De temps en temps, des calculs approchés sont faits au cours même des opérations, pour servir de vérification. En l'occurrence, les deux brigades comprenaient chacune un chef de brigade, un géodèse et trois opérateurs topographes. Les instruments employés étaient, pour le premier, le théodolite de campagne du Service Géographique de l'Armée, qui donne la minute centésimale à l'estime ; pour les autres, la planchette déclinée et la petite alidade nivelatrice. L'ensemble des levés effectués (1 983 kmq. pour la première brigade, 1 681 kmq. pour la seconde) a été publié en fragments par le Service Géographique de l'Armée, à Paris. Mais comme il n'est pas mis en feuilles, son utilisation sous cette forme est assez malaisée.

Cependant, le P. Colin, pris comme géodèse auxiliaire au Bureau Topographique, continuait, pour quelque temps, ses travaux sous l'égide gouvernementale. Il reliait, par une triangulation graphique, Tananarive à Andriba et, par suite, à la triangulation expédiée de 1895³ ;

1. On n'avait pas encore reçu d'appareil Jæderin : la base fut mesurée au moyen d'un ruban d'acier de 20 m., et la mesure exécutée trois fois par deux groupes d'opérateurs différents.

2. *Cahier du Service géographique de l'Armée* N° 27, 1907.

3. De la triangulation du capitaine Bourgeois, on avait déduit pour Andriba (Mangasoavina) les coordonnées suivantes : long. E 44°44'13" ou 49° 7077"16 ; lat. S 17°34'34" ou 19° 5385"80. — Le P. COLIN donne pour Mangasoavina, mât de pavillon : long. E 44°32'37" ou 49° 4990"7 ; lat. S 17°34'34" ou 19° 5290"12. — Soit une différence de — 95" en latitude négligeable si, — ce qui est probable, — les opérateurs n'ont pas choisi exactement le même point, et de — 2087" en lon-

à la fin de la même année, il revisait son réseau Tananarive-Andevorante, lequel, en 1892, n'avait pu être définitivement assis, en raison des événements politiques, qui l'avaient empêché de stationner en certains points essentiels. En même temps, on tentait de prolonger la transversale Tamatave-Ambatondrazaka vers l'Ouest jusqu'à la chaîne Tananarive-Andriba, que venait d'établir le P. Colin. La fermeture ayant été insuffisante¹, le travail fut repris l'année suivante par le capitaine Durand, qui relia Ambatondrazaka à Tananarive. Le quadrilatère Tamatave-Ambatondrazaka-Tananarive-Andevorante, comprenant deux tronçons de chaînes méridiennes et deux transversales, pouvait, dès lors, être considéré comme fermé.

En 1898, on abandonne les levés réguliers à 1 : 100 000. — qui ne seront repris que huit ans plus tard, — pour consacrer la presque totalité des crédits à l'avancement du programme géodésique. La chaîne méridienne primordiale de Diégo-Suarez à Fort-Dauphin fut attaquée la première ; elle allait coûter trois années de travail avant d'être menée à bonne fin.

La première année, trois officiers opèrent la triangulation de la moitié Sud de cette chaîne : les capitaines Gros, de Tananarive à Ihosy ; Dumézil, d'Ihosy à Betroka ; Lallemand, de Betroka à Fort-Dauphin. Les triangles s'appuyaient sur une première base provisoire, mesurée à Fort-Dauphin, dans les mêmes conditions que la base d'Ankarefo, l'année précédente ; puis, l'appareil Jæderin étant enfin arrivé, sur une deuxième base de 9 536 m. prise sur le plateau de l'Horombe, près d'Ihosy. La vérification du réseau se fit dans d'excellentes conditions². Une chaîne transversale, d'Ihosy à Tuléar, commencée par le capitaine Durand, fut arrêtée sans fermeture à hauteur d'Andrambo. Enfin, le P. Colin, chargé d'une mission sur la côte Ouest, déterminait les coordonnées astronomiques de cinq des principaux points de cette côte ; en passant à Andriba, l'établissement électrique de la différence de temps entre ce point et Tananarive et des observations astronomiques lui permettaient de vérifier les résultats de sa triangulation de l'année précédente³. On avait espéré pouvoir terminer la

gitude. La position d'Andriba était donc à déplacer de 20 880 m. vers l'Ouest. Une vérification astronomique effectuée l'année suivante par le même opérateur confirma ces résultats. (Voir E. COLIX, *Deux missions scientifiques sur les côtes occidentale et orientale de Madagascar*, dans *La Géographie*, III, 1901, p. 103.)

1. Longueur du côté commun : E. COLIX, 26 523 m. ; capitaines Prévost et MAÏRE, 26 632 m. $\Delta = + 109$ m.

2. Le côté Sahana-Menasomosa, commun aux capitaines DUMÉZIL et LALLEMAND, fut trouvé de 16 733^m,46, en partant de la base provisoire de Fort-Dauphin, et de 16 732^m,30, en partant de celle de l'Horombe. — D'autre part, les latitudes trouvées pour le point de Manambaro, voisin de Fort-Dauphin, furent : 1° déduite des Ingénieurs hydrographes, 27° 8124''0 ; 2° calculée dans le réseau venu de Tananarive, 26° 8101''8 ; 3° mesurée directement au cercle méridien portatif 27° 8113''9.

3. E. COLIX, art. cité (*La Géographie*, III, 1901, p. 171 et suiv.).

moitié Nord de la chaîne centrale dans le courant de 1899. Le capitaine Bibault, chef du Bureau topographique, réussit à pousser, vers le Nord, d'Ambatondrazaka jusqu'à Anosimbohangy. Mais les deux officiers qui devaient prolonger jusqu'à Diégo-Suarez durent se contenter de faire la reconnaissance de leur secteur, ayant été rappelés en cours de travail pour cause d'épuisement des crédits. La même année, l'on tentait, pour la troisième fois, d'asseoir de façon définitive la transversale Tananarive-Andevorante, où la traversée de la grande forêt de l'Est est si pénible; les capitaines Dumézil et Lallemand, chargés de cette mission, avant leur rentrée en France, se contentèrent d'une vérification par azimuts, qui fit ressortir pour le point d'aboutissement une erreur en latitude de 36 m. A la fin de 1899, les derniers officiers géodèses détachés des troupes métropolitaines rentrèrent en France. Tous avaient éprouvé dans ce pays neuf, à peine soumis, des difficultés nombreuses : l'un blessé aux portes mêmes de Tananarive, l'autre près de Fort-Dauphin, plusieurs autres forcés par la maladie d'abandonner leur travail en cours d'opérations. La continuation des travaux passait tout entière aux mains des officiers coloniaux du corps d'occupation, qui réussirent à les mener à bien sans défaillance et dans les meilleures conditions de précision compatibles avec les circonstances et les instruments mis à leur disposition.

La campagne 1900 commença par la mesure à Mangindrano d'une base de 7372^m,13, au moyen de l'appareil Jæderin. La partie de la chaîne méridienne qui restait à trianguler fut faite en deux tronçons : d'Anosimbohangy (point d'aboutissement de la campagne précédente) à Mangindrano par le lieutenant Tixier, et de Mangindrano à Diégo-Suarez par le capitaine Violland¹. On avait dès lors achevé la triangulation du troisième plus grand arc de méridien qui ait été mesuré : 14^e du cap d'Ambre à Fort-Dauphin, soit 1400 km. environ². La même année, le capitaine Jung effectue la triangulation de la demi-transversale centrale, de Tananarive au cap Kimby. Commencée en même temps, la chaîne méridienne de l'Ouest devait être terminée l'année suivante. Elle file en ligne droite de Majunga à Tuléar et, entre ces deux villes, n'atteint qu'en un seul point la côte du canal de Mozambique : son axe occupe sensiblement le milieu entre la méridienne centrale et la côte Ouest. Quittant la transversale Tananarive-cap Kimby à Ana-

1. Ce dernier tronçon se raccordait avec la triangulation de Diégo-Suarez faite en 1888 par les Ingénieurs hydrographes, par le côté Coq-Orangea, auquel le capitaine VIOLLAND trouve une longueur de 23434^m,30; différence + 2^m,90 avec MM^{rs} FAVÉ et CAUVET.

2. Pour avoir une idée générale sur le degré de précision atteint dans l'ensemble de ce travail, il suffit de comparer les valeurs trouvées pour le côté commun Tananarive-Lohavohitra W : en partant de la base d'Ankarefo, 41314 m.; en partant de la base de l'Ilorombe, 41317 m.; en partant de celle de Mangindrano 91317 m.

laidirano, le capitaine Benezech poussa son réseau vers le Sud, dans le but de rejoindre la transversale inachevée Ihosy-Tuléar. Arrêté à Mandabé, à moitié chemin environ, par la saison des pluies, il atteignait Tuléar en 1901. La même année 1901, le dernier tronçon Nord de la méridienne Ouest, qui suit la vallée de la rivière Mahavavi, entre la transversale Tananarive-cap Kimby et Majunga, était effectué par le capitaine Roux¹; et, dans la région Nord, le capitaine Jung triangulait une demi-transversale de Mandritsara à Analalava.

Le travail de ces deux années avait été fécond. Le programme primitif de 1900, très étendu, comprenait encore la transversale Fianarantsoa-Mananjary; mais la reconnaissance seule en fut effectuée; le travail devait être repris et mené à bien seulement en 1903.

Avant de rentrer en France, en 1900, le P. Colin rectifiait le tracé d'une partie de la côte Est, en déterminant les positions astronomiques de Vatomandry et de Mahanoro². Enfin, pendant les années 1899-1900, la Mission hydrographique de l'avis « *La Rance* » vérifiait et rectifiait l'hydrographie de la côte Nord-Ouest.

En résumé, à la fin de 1901, les deux méridiennes du Centre et de l'Ouest étaient achevées, ainsi que trois transversales les reliant entre elles. Malheureusement, l'avancement des travaux topographiques n'avait pu marcher de pair avec la géodésie, puisqu'on avait consacré intentionnellement à celle-ci la presque totalité des ressources. « La méthode appliquée, dit le général Gallieni, avait été proportionnée au but à atteindre, c'est-à-dire qu'on n'avait pas cherché à obtenir la précision de travaux définitifs; ce serait superflu, étant donnés les ressources de l'île et ses besoins³. » Le seul travail de quelque précision qui fut entrepris est le levé à 1 : 50 000 des environs immédiats de Tananarive, commencé en 1900-1901. Le reste du temps, on se contenta d'adjoindre aux géodèses un officier topographe. Celui-ci, suivant immédiatement le géodèse et le secondant au besoin dans la période de reconnaissance et de construction des signaux, dressait un rapide levé d'itinéraire, à des échelles d'ailleurs variables, mais

1. Le raccord à l'Ouest de Majunga avec les Ingénieurs hydrographes se fait par les points Makambi et Tanjona, dont les signaux ne purent être exactement identifiés.

	Cap ^e Roux	Ingénieurs hydrographes.	Δ
Makambi .	Latitude 17° 4638" 8	17° 4555" 5	+ 0' 83"
	Longitude 48° 3790" 3	48° 4172" 8	- 3' 73"
Tanjona .	Latitude 17° 5320"	17° 5277" 8	+ 0' 42"
	Longitude 48° 1247" 9	48° 1561" 7	- 3' 13"

Les Ingénieurs hydrographes ayant avec l'ensemble des coordonnées du Service Géographique une différence systématique en longitude de - 3'67" en moyenne, les Δ en longitude se réduisent à - 7' et + 54'.

2. E. COLIN, art. cité (*La Géographie*, III, 1901, p. 104), et *Positions géographiques et observations magnétiques sur la côte orientale de Madagascar* (C. r. Ac. Sc., CXXX, 1900, p. 1229-1231).

3. G^l GALLIENI, *La Pacification de Madagascar*..., Paris, 1900, p. 451.

dont la plus employée était le 1 : 100 000. Cette école, ainsi que nous l'avons signalé, semble inspirée par l'organisation des « brigades de 1897 ». C'est ainsi que les lieutenants Jung et Bodez, en 1898, Rousseau et Gaubert, en 1899-1900, fournirent une série de levés partiels couvrant le long de la chaîne méridienne centrale.

Ces travaux, joints aux très nombreux documents fournis par les officiers en service dans les cercles et provinces, parurent suffisants pour l'établissement de la carte générale à 1 : 500 000 prévue au programme élaboré en 1897. En 1899, le Bureau Topographique avait reçu une presse lithographique et un outillage lui permettant d'imprimer lui-même. Un effort considérable fut fourni pour le tirage en lithographie de cette carte. Le tableau d'assemblage avait encore été remanié en cours d'exécution, ce qui avait l'avantage de réduire à 26 le nombre des feuilles, mais l'inconvénient de rendre la coupure complètement fantaisiste et malaisée à assembler. Quoi qu'il en soit, le tirage, commencé en janvier 1899, fut achevé en mars 1900¹. Sept feuilles seulement parurent à l'Exposition Universelle. L'échelle du 1 : 500 000 était un peu trop grande pour la somme de connaissances alors rassemblées sur Madagascar : une grande partie de la carte résultait d'itinéraires très anciens ou de simples renseignements ; de nombreux vides voisinaient avec de grossières erreurs. Aussi, à peine cette première édition était-elle terminée qu'on entreprit la rédaction d'une seconde, au courant des progrès successifs des connaissances : cinq feuilles lithographiées (édition provisoire) parurent dès 1900, ainsi qu'un premier essai de gravure de la feuille de Tananarive. En 1900, l'on commençait, également en lithographie, une carte d'ensemble à 1 : 1 000 000, en cinq couleurs², dont l'échelle paraît mieux appropriée à l'état des connaissances. Elle comprenait six feuilles ; son tirage fut terminé au cours de 1901. Enfin, dès 1899, on avait fourni une carte d'ensemble provisoire plus petite encore, à l'échelle de 1 : 250 000, en deux feuilles et en cinq couleurs, qui ne fut pas reprise par la suite.

D'autre part, la carte à 1 : 400 000 prévue au programme avait été entreprise dès 1898, en dépit du manque complet de levés suffisamment précis pour cette échelle. Elle résulta d'un agrandissement de la *Carte topographique de l'Imérina* de MM^{rs} Grandidier, Colin et Roblet citée plus haut et de l'assemblage des levés fournis par de nombreux officiers. Elle comprend un quadrilatère ayant pour centre Tananarive et comme coins extrêmes Manerinerina, Betafo, Vobambohitra et Tsinjoarivo. Le terrain est représenté par des courbes de niveau à l'équidistance de 25 m. On remarque forcément de très nombreux blancs,

1. Voir *Bibliographie de 1899*, n° 792 : — EMM. DE MARGERIE et L. RAVENEAU, art. cité (*Annales de Géographie*, IX, 1900, p. 309).

2. Voir XI^e *Bibliographie 1901*, n° 785.

et, dans les parties « remplies », il faut bien se persuader que les courbes sont purement figuratives ¹. Trente feuilles furent rédigées au Bureau Topographique de 1898 à 1900; les 18 premières furent imprimées au Service Géographique de l'Armée, à Paris; les 14 dernières, au Bureau même, à Tananarive.

L'année 1901 avait également vu sortir une *Carte de Diégo-Suarez* à 1 : 50 000, en dix feuilles et quatre couleurs. Le manque complet de précision de ce dernier document ne devait pas tarder à le faire entièrement refondre.

Le Bureau Topographique faisait preuve d'une remarquable activité cartographique. Ajoutons que, en plus des travaux précédents, il avait donné satisfaction à de nombreuses demandes de cartes provisoires, croquis ou dessins ², faites par les cercles ou provinces, par les divers services civils ou militaires, par les publications officielles locales, ce qui n'avait évidemment pas été sans augmenter considérablement le travail d'impression.

3° De 1902 à 1906. — A partir de l'année 1902, l'effort géodésique se porte tout naturellement sur la chaîne méridienne de la côte Est et sur les transversales la reliant à la chaîne centrale. Un tronçon existait déjà, celui de Tamatave à Andovorante, ainsi que les deux transversales Tamatave-Ambatondrazaka et Tananarive-Andovorante. La chaîne fut prolongée vers le Sud, d'Andovorante à Mahanoro, par le lieutenant Crépet, et de Mahanoro à Mananjary, par le capitaine Roux; l'année suivante, de Mananjary à Farafangana (lieutenant Jordan), à Iavibola (capitaine Milhau) et enfin jusqu'à Fort-Dauphin (lieutenant Simon). Cette même année, la transversale Fianarantsoa-Mananjary était menée à bien par le lieutenant Crépet ³. Ces travaux permettaient de fixer dans le Sud la position de la côte Est, dont le tracé était resté douteux jusqu'alors.

L'avancement du programme géodésique paraissant suffisant, on commença à accorder un peu plus d'importance que par le passé aux travaux topographiques. Tout d'abord, continuant la même méthode que par le passé, chaque officier géodèse était accompagné d'un topographe ⁴, qui exécutait le levé rapide des régions triangulées; l'échelle employée pour ces levés fut tantôt le 1 : 50 000, tantôt le 1 : 100 000,

1. Ce n'est donc pas « le document capital, d'une précision topographique rigoureuse », qu'ont signalé avec trop d'indulgence MM^{rs} EMM. DE MARGEMÉ et L. RAVENEAU, art. cité *Annales de Géographie*, IX, 1900, p. 309.

2. Environ 200 en 1899, 175 en 1900 et 220 en 1901.

3. Voir : *Travaux géodésiques et topographiques à Madagascar Journal Officiel de Madagascar*, 21 mars 1903, p. 3026; *Travaux géodésiques, topographiques et cartographiques à Madagascar en 1902 et 1903 La Géographie*, IX, 1903, p. 251 et suiv.).

4. Capitaine MAITZ, lieutenants AMIEL et BOUSSONAS, en 1902; lieutenants BUISBAÛRE, JANVIER DE LA MOTTE et DELPY, en 1903.

qui convenait beaucoup mieux. Tous ces travaux, faits pour ainsi dire en courant, avec une triangulation purement graphique, peuvent difficilement prétendre à la précision de levés réguliers.

L'échelle du 1 : 50 000 fut adoptée pour un grand nombre de travaux partiels commencés, un peu au hasard, sur tous les points de l'île : en 1902, le levé de tronçons des deux grandes routes, celle de l'Est, de Mahatsara à Beforona; celle de l'Ouest, entre Andriba et Mevatanana¹; puis, en 1903, un levé topographique des vallées de de l'Ivoloina et de l'Ifoutsy, au Nord de Tamatave²; enfin, l'extension dans un rayon de 15 km. du levé des environs de Tananarive, appuyé cette fois sur une triangulation graphique à sommets très serrés en cours d'exécution par le P. Colin. Cette triangulation de détails, régulièrement confiée en 1903 par le général Gallieni au directeur de l'Observatoire d'Ambohidempoua³, ne devait être achevée qu'en 1905; son réseau, « d'une superficie de 2 872 kmq., ne comprend pas moins de 305 stations;... le total des azimuts relevés avec le théodolite Brunner s'élève à 7 165, celui des distances zénithales à 2 148 »⁴.

L'année 1904 aurait dû normalement être consacrée à la prolongation de la chaîne côtière de l'Est au Nord de Tamatave. Mais l'attention était attirée ailleurs. Le développement de la prospection aurifère conduisit à abandonner momentanément le programme général. « On décida d'opérer dans la région forestière qui borde à l'Est le plateau central, entre les sources du Mongoro et celle du Mananjary, et de consacrer tous les crédits dont on disposait à l'exécution d'un levé précis [à 1 : 100 000] de cette région⁵. » Ce gros travail fut entrepris par deux brigades : le capitaine Milhan (géodèse) et le lieutenant J. de la Motte (topographe) opéraient dans la vallée du Mongoro au Nord de la route de l'Est, jusqu'à la transversale Tamatave-Ambatondrazaka; les lieutenants Simon (géodèse) et Delpy (topographe), dans la même vallée, au Sud de la route, jusqu'à la transversale Mananjary-Fianarantsoa. Le travail géodésique n'était qu'une triangulation de remplissage. Le travail topographique était tellement étendu qu'il fut difficile de le faire avec la précision demandée. Quant à la mesure, elle peut se justifier en la considérant comme une anticipation sur le travail de complétage géodésique qui devait commencer dès que les chaînes primordiales seraient terminées.

1. Lieutenants DU GUINY, J. DE LA MOTTE, FERRON et DE BAZELAIRE.

2. Capitaine SAUCERY.

3. *C. r. Ac. Sc.*, CXL, 1905, p. 1219-1222.

4. *C. r. Ac. Sc.*, CXLII, 1906, p. 1139-1141. — Remarquons que tous les travaux exécutés par le P. COLIN depuis les origines sont purement graphiques, et que ce savant n'en a jamais exposé que les résultats, sans permettre aucun contrôle sur ses opérations de détails.

5. *Les travaux géodésiques, topographiques et cartographiques de Madagascar en 1904* (*La Géographie*, XII, 1905, p. 315 et suiv.).

Le programme général étant revenu sur l'eau en 1905, la chaîne méridienne de la côte Est fut prolongée de Tamatave à hauteur de l'île Sainte-Marie (capitaine Milhau); une demi-transversale fut établie par le lieutenant Simon entre Mandritsara et Majunga. L'année suivante, la chaîne côtière devait être poussée de Sainte-Marie jusqu'à Maroantsetra; la reconnaissance fut seule effectuée, et les opérateurs déclarèrent ne pouvoir franchir la forêt très dense qui borde la côte à cet endroit. La demi-transversale de Mandritsara à Maroantsetra, qui aurait dû se fermer sur la chaîne côtière, fut toutefois menée à bien (lieutenants Cassou-Barbé et Boullier). La chaîne méridienne de la côte Est n'a donc pu jusqu'à présent être terminée vers le Nord.

N'oublions pas de signaler l'appoint très précieux qui a été fourni, depuis 1899, à la connaissance de la colonie, ou tout au moins de son contour extérieur, par les missions hydrographiques : MM^{rs} Fichot, en 1899; de Vanssay et Lesage, en 1901; Gauthier et Courtier, en 1902-1903, terminent la triangulation et le levé de la côte Nord-Ouest; MM^{rs} Driencourt et Cot, de 1902 à 1904; Cauvet et Roussilhe, de 1904 à 1906, font les mêmes opérations de précision à Maintirana, Analalava et Diégo; en 1900-1901, MM^{rs} Cauvet et Cot avaient triangulé et levé les environs de Tamatave¹.

Les travaux topographiques exécutés dans la colonie en 1905 relèvent de la même méthode que ceux des années antérieures. Des officiers topographes, suivant de près les géodèses, exécutent le levé rapide des régions parcourues. Celui de la côte au Nord de Tamatave fut à peine commencé. A la suite de cet insuccès, on employa les opérateurs sur le bas Mongoro et dans la région Sud d'Ambatondrazaka à combler des vides existant entre les levés des années antérieures. En 1906, après le départ du général Gallieni, les ressources mises à la disposition du Bureau Topographique se trouvèrent brusquement diminuées, par la suppression complète de la subvention que n'avait cessé depuis 1897 de lui accorder le budget local de la colonie. Les travaux de la campagne topographique se trouvèrent donc fort réduits; trois officiers topographes seulement purent être envoyés sur le terrain²; ils furent employés à lever à 1 : 100 000 des lacunes réparties sur plusieurs feuilles (notamment les feuilles 199, *Foul-Pointe*; 213, *Ilot-Prune*; 252, *Brickaville*, et 264, *Andevovante*) et qui empêchaient d'utiliser les levés des années précédentes.

L'activité cartographique du Bureau Topographique de l'État-Major ne se ralentit point pendant la période de 1902 à 1906. La gra-

1. Voir pour cette dernière mission, particulièrement intéressante, le *Rapport sur les missions hydrographiques de Madagascar en 1899-1901*, publié dans les *Annales hydrographiques*, 1903; et, pour toutes les autres, la même publication, *passim*.

2. Lieutenants DE SAINT-JULIEN, NAVEL et sous-lieutenant TASCROT.

vure sur pierre, puis sur zinc, était progressivement substituée à la lithographie, et les premiers employés européens ne tardaient pas à former parmi les indigènes des élèves qui sont arrivés à les remplacer sans trop d'infériorité. En 1902-1903, on imprima une deuxième édition, gravée, de la carte d'ensemble à 1 : 1 000 000¹. L'insuffisance de la première édition du 1 : 500 000, terminée en 1900, avait, comme nous l'avons dit, obligé d'en commencer immédiatement une nouvelle rédaction, tenue au courant des connaissances successivement acquises. La mise en feuilles de cette nouvelle édition était changée : la coupure était de 36 × 54 cm., et le tableau d'assemblage, rigoureusement appuyé sur les deux axes de projection choisis depuis longtemps, comprenait 27 feuilles (dont 6 feuilles vides). On débuta en 1903 par 5 feuilles; 19, sur 21, étaient imprimées en 1906; les deux dernières devaient l'être en 1907. L'ensemble forme un panneau de 4^m,25 de large sur 3^m,25 de haut. Un assemblage, malheureusement incomplet, de ce beau travail, figura à l'Exposition Coloniale de Marseille, en 1905.

Divers travaux importants sont également sortis des presses du Bureau : en 1902, la *Carte des étapes* à 1 : 1 000 000 en 6 feuilles; deux éditions successives (1902-1905) du *Plan de la commune de Tananarive*, à 1 : 20 000, gravé en 6 couleurs; en 1905, la carte des *Environs de Tananarive*, à 1 : 50 000, feuille de 48 × 50 cm., gravée sur zinc et tirée en 6 couleurs, avec courbes de niveau de 10 en 10 m. La même année, un essai intéressant de mise en application des procédés photo-mécaniques produisit les feuilles n° 1 (*Cap d'Ambre*), 3 (*Antsirana*) et 5 (*Montagne d'Ambre*) de la carte à 1 : 100 000 (édition provisoire), obtenues par la photogravure directe. Enfin, en 1906, on éditait en lithographie une petite carte à 1 : 200 000 du *Territoire militaire de Diégo-Suarez*.

Dès 1904, sur l'ordre du général Gallieni, on avait commencé la rédaction d'un *Atlas général de Madagascar*, qui devait comprendre 40 cartes, mais qui, abandonné l'année suivante, après le départ de son inspirateur, en est resté aux 12 cartes suivantes, toutes à l'échelle de 1 : 3 500 000 : N°s 1. *Carte d'ensemble*; 2. *Carte orographique*; 3. *Carte hydrographique*; 4. *Carte hypsométrique*; 5. *Esquisse géologique*; 6. *Carte forestière*; 7. *Carte minière*; 8. *Carte indiquant l'état d'avancement des travaux topographiques à Madagascar en 1905*; 9. *Carte des travaux géodésiques*; 10. *Carte routière*; 11. *Carte politique et administrative*; 12. *Carte ethnographique*.

Avant d'arriver aux travaux actuels du Service Géographique, il nous reste à résumer et à discuter brièvement les résultats obtenus

1. Voir XIII^e *Bibliographie annuelle 1903*, n° 877.

en 1906, onze ans après la conquête de l'île. La géodésie a suivi avec régularité un programme d'ensemble judicieusement établi; on a pu remarquer quelques rares hésitations dans la méthode, plus apparentes, d'ailleurs, que réelles et souvent imposées par les événements militaires ou politiques. Au milieu des difficultés et des dangers, le résultat voulu est atteint, par l'établissement des trois chaînes méridiennes primordiales, sauf un fragment dans le Nord de celle de la côte Est, et de trois transversales complètes. La topographie, intentionnellement sacrifiée, n'a pas eu l'occasion d'entrer dans la voie des levés réguliers; levés d'itinéraire et de reconnaissance ont été fournis en grand nombre, dont l'étonnante quantité ne remplace pas la qualité. De ce côté, tout est à faire. Mais la carte à 1 : 500 000 est un très beau travail d'ensemble, qui a pu jusqu'alors être considéré comme suffisant. La cartographie a obtenu, notamment avec la deuxième édition de cette carte à 1 : 500 000, des résultats que l'on n'eût pas osé attendre du personnel et du matériel employés. Là, la quantité, vraiment stupéfiante, de la production a été un adjuvant, et peut-être une des causes de sa qualité artistique. Somme toute, le travail effectué défie la comparaison avec n'importe quelle autre colonie; les imperfections de détail, les quelques incohérences même que nous n'avons pas craint de signaler disparaissent devant un ensemble remarquable par ses résultats, eu égard à la difficulté des circonstances, au temps total dépensé, à la modicité des moyens mis en œuvre et aux instruments employés.

Madagascar est, par l'étendue, la troisième île du globe. Ses 600 000 kilomètres carrés en font l'égale en superficie de la France, de la Belgique et de la Hollande réunies. En 1897, un dixième à peine de cet immense territoire pouvait être considéré comme connu. Si l'on songe que le levé de la carte de France a duré soixante-quatre ans et a coûté 12 millions de fr.¹, on ne s'étonnera guère que l'inventaire géographique de cette colonie soit encore assez peu avancé. Tout d'abord, les ressources spécialement consacrées à cet inventaire sont fort restreintes : 914 000 fr. pour les dix années comprises entre 1897 et 1906, soit 90 000 fr. par an en moyenne; bien moins encore, comme nous le verrons tout à l'heure, pour les dernières années, 1907-1909. Enfin et surtout, notre domination dans l'île est jeune, puisque la conquête date aujourd'hui de treize ans seulement. Si l'Indochine donne un bel exemple de persévérance en poursuivant méthodiquement l'inventaire géographique de ses immenses territoires² et en lui consacrant régulièrement des crédits qui laissent loin derrière eux nos

1. Colonel BERTHAUT, *La carte de France, 1750-1898*, II, Paris, 1899, p. 95.

2. Voir : *Travaux du Bureau topographique des troupes de l'Indo-Chine* (*Annales de Géographie*, VII, 1898, p. 437 et suiv.); — Capitaine ROUGER, *Etude sur la cartographie de l'Indo-Chine française* (*ibid.*, XV, 1906, p. 26 et suiv.)

maigres ressources, n'oublions pas que voilà bientôt quarante ans que nous sommes installés au Sénégal, et que c'est en 1904 seulement qu'on a commencé la carte régulière à 1 : 400 000 de cette colonie. On avait attendu jusqu'au 15 novembre 1903 pour songer à l'organisation d'une carte générale à 1 : 500 000¹.

II. — TRAVAUX ACTUELS DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ÉTAT-MAJOR A MADAGASCAR

A la fin de 1906, le 4^e Bureau de l'État-Major, sous le nom de Service Géographique, voyait sa besogne toute tracée à l'examen des résultats obtenus jusqu'alors. La géodésie ayant terminé sa tâche, le rôle prépondérant va nécessairement revenir à la topographie, dont la première devient un simple auxiliaire ; autrement dit, le géodèse n'aura plus guère à effectuer désormais qu'une triangulation de complétement de deuxième et de troisième ordres, appuyée sur les chaînes primordiales établies et destinée à préparer le travail du topographe. Pour celui-ci, le moment est venu de commencer les levés réguliers ; les 600 000 kmq. de la colonie offrent un champ qui n'est pas près d'être achevé. La cartographie continuera comme par le passé, en s'efforçant à une production rapide des travaux effectués et en utilisant et perfectionnant les auxiliaires dont elle dispose en la personne des employés indigènes, dressés au cours des années précédentes.

De là découle l'organisation actuelle du Service Géographique de l'État-Major à Madagascar. Le personnel permanent ne comprend qu'un capitaine, chef de service, et un lieutenant, adjoint. Le personnel temporaire consiste dans les officiers opérateurs, — géodèses et topographes, — détachés de leurs régiments pour la durée de la campagne. Un atelier de dessin, ayant pour chef un gradé européen, comprend uniquement des dessinateurs indigènes, chargés de la rédaction des minutes, de la refonte et de la coordination des documents existants ; un petit atelier de photographie lui est annexé. L'atelier de gravure ne comprend également que des graveurs indigènes, qui sont arrivés à une haute valeur professionnelle ; la lithographie est presque complètement abandonnée pour la gravure sur zinc. Les procédés photo-mécaniques n'ont pas donné jusqu'à présent de bons résultats. Citons, un peu comme hors-d'œuvre, un petit atelier-annexe de typographie. Enfin, les deux machines lithographiques Voirin, ayant comme chefs des soldats européens, sont susceptibles de fournir les plus gros tirages.

Qu'il s'agisse de l'exécution d'une carte ou de n'importe quelle

1. Voir XV^e *Bibliographie annuelle 1905*, n^o 859.

autre grande entreprise, l'argent est partout le nerf de la guerre. Les ressources à la disposition du Service Géographique de Madagascar sont, malheureusement, fort restreintes. Nous avons dit que, en 1906, après le départ du général Gallieni, la Colonie avait complètement supprimé la subvention qu'elle assurait depuis neuf ans à ce service, et qui avait varié de 64 000 à 25 000 fr. Madagascar reste donc la seule colonie qui se désintéresse complètement de l'inventaire géographique de son territoire, et c'est avec la somme assurée par le budget du Ministère des Colonies¹ qu'il faut poursuivre les travaux de géodésie, le levé régulier et l'impression de la carte détaillée de l'île, qui semble pourtant bien pouvoir être qualifiée d'œuvre d'un intérêt général.

En 1906, on ne possédait encore qu'un nombre fort restreint de documents susceptibles, après mise en feuille, d'être imprimés comme carte régulière à 1 : 100 000. Les opérateurs topographes avaient, néanmoins, été employés, dès cette année, à lever plusieurs fragments de feuilles incomplètes. Il fallut déterminer l'ordre d'urgence du levé régulier des 508 feuilles de la carte. Reprenant à peu près le programme topographique de 1897, on décida de lever régulièrement, à 1 : 100 000, les feuilles comprenant les grandes voies d'intérêt militaire et économique : route de la capitale à Tamatave et chemin de fer, routes de la capitale à Majunga et, plus tard, à Fianarantsoa. Des plans à grande échelle continueront également à être dressés ou révisés pour les régions importantes : environs de Tananarive, Diégo-Suarez. L'idée nouvelle a été d'exécuter à 1 : 200 000 une carte d'ensemble de la Colonie, en utilisant les levés, plus ou moins réguliers, répandus, au cours des années précédentes, dans tous les coins de l'île et, pour le reste, les itinéraires et levés de reconnaissance dont un riche ensemble existe à l'État-Major. La projection adoptée pour cette carte et les dimensions des feuilles sont les mêmes que celles du 1 : 100 000, en sorte que chaque feuille comprendra exactement quatre feuilles de l'autre carte; le tableau d'assemblage comporte 141 feuilles. La représentation du relief sera en courbes de niveau rehaussées d'estompage pour les feuilles résultant de levés réguliers, en estompage simple partout où les documents ne sont pas assez précis. Avec les cartes précédentes, la carte générale à 1 : 300 000 existante sera tenue au courant et refondue au fur et à mesure de l'épuisement des précédents tirages.

La géodésie, comme nous l'avons expliqué, se contentera désormais de préparer, chaque année, par une triangulation de complétage, le travail topographique de l'année suivante. C'est ainsi que, en 1907, deux officiers géodèses sont chargés du complétage de quatre feuilles

1. 50 000 fr. en 1907, 45 000 fr. environ en 1908 et en 1909.

à cheval sur la route de Tamatave et le chemin de fer : les feuilles nos 250 (*Anjiré*), 251 (*Laharindava*), 262 (*Moromanga*) et 263 (*Beforona*). La nécessité d'asseoir sur des bases certaines la triangulation de détail qui leur est demandée, et qui s'appuie sur la transversale Tananarive-Andevorante, les amène à effectuer une troisième révision de cette chaîne. C'est la quatrième tentative pour faire franchir, dans des conditions satisfaisantes, la forêt de l'Est au réseau géodésique : celle-ci peut être considérée comme ayant donné un résultat définitif. L'année suivante est effectué le complétage des trois feuilles nos 213 (*Hot-Prune*), 227 (*Tamatave*) et 239 (*Maroseranana*), situées autour de Tamatave, où les topographes de 1906 n'avaient pu effectuer, faute de points, le travail qui leur avait été demandé. La même année, la géodésie aborde la route de l'Ouest. Les deux officiers chargés du complétage des feuilles nos 222 (*Manankazo*), 235 (*Ankazobe*) et 248 (*Fahaona*), situées au Nord-Ouest de Tananarive, sont amenés à effectuer une révision du réseau graphique Tananarive-Andriba¹, établi par le P. Colin, en 1897 : ils établissent donc un demi-circuit de premier ordre, qui, partant de Tananarive et tournant à Andriba, leur permet de se fermer sur la méridienne centrale par le côté Vohilena-Lohavohitra Est. Enfin, en 1909, est effectué le complétage des cinq feuilles englobant la route de Tananarive à Majunga, ainsi que la reconnaissance d'une chaîne de 1^{er} ordre d'Andriba à Majunga, destinée à préparer le complétage et le levé ultérieurs des feuilles qui entourent cette route ; les observations définitives et les calculs de cette dernière chaîne seront l'œuvre de l'année 1910.

Le travail topographique des années 1907-1909 suit une marche parallèle à l'avancement de la géodésie. L'organisation des brigades topographiques est calquée sur celle du Service Géographique de l'Armée en Algérie : les opérateurs usent de la planchette déclinée et de l'alidade holométrique ; le travail fourni peut être considéré comme définitif. En 1907, quatre opérateurs lèvent les feuilles nos 252 (*Brickaville-Anivorano*), 261 (*Tananarive*) et la moitié Est de la feuille n° 249 (*Ambohidratrimo*). L'année suivante, il s'agit pour les topographes d'effectuer la traversée de cette forêt de l'Est que les géodèses se sont repris à quatre fois pour franchir. Il y a là une bande, de 30 km. de large, parsemée de rares clairières, dont le levé intégral

1. La vérification, qui porte cette fois sur la position même d'Andriba, et non plus sur le point subordonné Mangasoavina (voir p. 55, n. 3), confirme le sens de l'erreur en longitude trouvée par le P. COLIN, mais en diminue notablement la valeur absolue ($\Delta = 14\ 340$ m.) :

	Capitaine BOURGEOIS 1895.	Lieut ¹ BOURÉLY 1908.	
	Pic d'Andriba.	Pic d'Andriba (Signal).	Différence.
Latitude	19° 4788''	19° 4980''	+ 192''
Longitude	49° 6819''	49° 5385''	- 1434''
Altitude	1046 m.	1030 m.	- 16 m.

ne semble guère possible. Six opérateurs, travaillant pendant six mois et demi environ, en sont venus à bout : la moitié Sud de la feuille n° 251 (*Lahorindava*) et les feuilles nos 250 (*Anjico*), 262 (*Moramanga*) et 263 (*Beforua*) ont pu être levées, sauf quelques lacunes qu'il faut désespérer de voir jamais boucher sans un déboisement qui n'est pas à souhaiter. La moitié Ouest de la feuille n° 249 a été terminée. Huit feuilles enclavant la route de l'Est et le chemin de fer sont achevées sur le terrain. Une revision des *Environs de Tananarive* à 1 : 50 000 a été effectuée en 1907; le plan directeur de la Place de Diégo-Suarez à 1 : 10 000 a été entrepris; c'est une œuvre de longue haleine, qui ne sera pas terminée d'ici longtemps. Enfin, en 1909, six opérateurs ont achevé les feuilles nos 213, 226, 239 et moitié Nord de 251, comprenant la fin de la route de l'Est et les environs de Tamatave; ils ont commencé, par les feuilles 235 (*Mahitsi*) et 248 (*Fihaonana*), triangulées l'année précédente, la marche sur Majunga.

La cartographie s'est montrée à la hauteur de la tâche qui lui incombe, en publiant avec la plus louable célérité les documents fournis par le dessin.

Ce sont d'abord, en 1907, les deux dernières feuilles du 1 : 500 000 (nos 9, *Maroantsetra*, et 12, *Féanarive*), puis une réédition de la *Carte de Diégo-Suarez* à 1 : 50 000 (feuilles nos II, III, V et VI). Pour la première fois, on a l'idée de mettre en feuille et d'utiliser pour la carte régulière à 1 : 100 000 les travaux existants, qu'on semble avoir jusque-là, — peut-être non sans raison, — tenus en suspicion, notamment les travaux des « brigades de 1897 ». Ceux-ci permettent en 1907 de publier cinq feuilles embrassant la côte au Sud de Tamatave; ce sont les feuilles n° 240 (*Ankarefo*), 253 (*Ampanotoamaizina*), 276 (*Vatomandry*), 287 (*Marosiky*), 298 (*Mahanoro*).

En 1908, sortent trois nouvelles feuilles : nos 264 (*Audevorante*), 297 (*Bas-Mangoro*) et enfin 261 (*Tananarive*), celle-ci levée sur le terrain un an auparavant. Le nouveau 1 : 100 000, gravé et tiré sur zinc en six couleurs, est d'un remarquable fini d'exécution, surtout si l'on songe qu'il est dû entièrement à la main-d'œuvre indigène. La même année, le Service Géographique publie deux feuilles d'un *Plan de Tananarive* à 1 : 5 000, gravé sur zinc d'après les documents cadastraux fournis par l'administration civile; la réédition d'une feuille épuisée du 1 : 500 000 (n° 17, *Ambositra*); enfin, la nouvelle édition des *Environs de Tananarive* à 1 : 50 000 en 7 couleurs, avec courbes de niveau relaissées d'estompage.

Dix feuilles du 1 : 200 000 sont en train au dessin. Les premières feuilles de cette nouvelle carte, très suffisante d'ici longtemps pour une grande partie de l'île, paraîtront au début de 1910. On peut également compter, pour la fin de 1909 ou le commencement de 1910, si,

pour une cause extérieure quelconque, la production du Service Géographique de l'État-Major n'est pas ralentie, sur l'apparition de trois nouvelles feuilles du 1 : 100 000, levées sur le terrain en 1907-1908 et actuellement à la gravure. Une pareille rapidité dans la production cartographique peut étonner au premier abord : on se l'expliquera en songeant à la concentration extrême des services de reproduction, au nombre relativement restreint des travaux en cours, à la soigneuse élimination de tout travail en retard.

Quant au levé sur le terrain, il suivra le programme général : en géodésie, par l'achèvement de la chaîne primordiale d'Andriba à Majunga, destinée à remplacer la triangulation expédiée de 1895 et à permettre le complétage de trois nouvelles feuilles dans cette région ; en topographie, par l'exécution des feuilles triangulées en 1909. Nous avons vu que toutes les feuilles englobant la route de l'Est et la côte jusqu'au Nord de Tamatave ont été terminées sur le terrain en 1909, ainsi que les premières feuilles de la route de l'Ouest. Mais le levé de la région comprise entre Tananarive et Majunga ne sera pas achevé avant 1912.

Tamatave, Septembre 1909.

Lieutenant Ed. DE MARTONNE,
du Service Topographique de l'État-Major.

III. — NOTES ET CORRESPONDANCE

LES SOLS FORESTIERS

D'APRÈS M^r E. HENRY

E. HENRY, *Les sols forestiers*. Paris, Berger-Levrault et C^r, 1908. In-8. [iv] + 492 p., 3 fig. diagr., 5 pl. phot., 2 pl. cartes. 7 fr. 50.

Dans ce livre, M^r E. HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy, a réuni, outre le résultat d'importantes recherches personnelles, toutes les données de la science moderne sur la question des sols forestiers. Le sol forestier est la couche superficielle de l'écorce terrestre dans laquelle les racines des arbres se ramifient. En sylviculture, on ne récolte que le bois; les feuilles mortes et les autres débris végétaux, fleurs, fruits, brindilles, fragments d'écorces, bois mort, restent sur le sol; chaque année, 3 000 à 4 000 kgr. de matières organiques s'accablent ainsi à la surface de chaque hectare de forêt, pour former la « couverture morte ». Celle-ci se décompose peu à peu et s'incorpore à la terre minérale, sous forme d'humus, sans aucune intervention mécanique de l'homme. Les vers de terre et autres animaux fouisseurs opèrent seuls l'ameublissement du sol et le mélange de l'élément minéral à l'élément organique. Aucune limite tranchée n'existe entre le sol et le sous-sol; le premier passe au second par des transitions insensibles. Aucune déperdition d'azote ne se produit par les eaux d'infiltration, car les nitrates ne peuvent prendre naissance dans ce milieu réducteur; au contraire, il paraît démontré que le terreau forestier possède le précieux privilège de fixer l'azote atmosphérique. Loin d'exiger des apports de matières organiques, la forêt est accumulatrice d'azote; la fertilité de son sol est indéfinie.

En agriculture, au contraire, on récolte le plus souvent la totalité de la plante; des nitrates se forment dans le sol et sont emportés par les eaux; la terre s'épuise, et l'apport de matières organiques devient vite nécessaire. Le mélange des matières organiques et minérales s'obtient par les labours, et le sol proprement dit constitue une couche distincte du sous-sol. Les plantes agricoles, annuelles pour la plupart, puisent presque tous leurs aliments dans le sol ameubli par la charrue, tandis que les racines des arbres forestiers étendent leurs ramifications à des profondeurs plus grandes. Il existe donc entre les sols agricoles et les sols forestiers des différences fondamentales.

Les racines des arbres, en s'insinuant dans les fentes, les élargissent et favorisent la désagrégation mécanique de la roche. Toutes les réactions chimiques de l'air et de l'eau du sol sur les principes minéraux sont plus actives en forêt, par suite de la présence de grandes quantités d'acide carbonique. La forêt tend donc à augmenter l'épaisseur de la couche de terre

végétale par le dessus, en l'enrichissant d'apports organiques, et par le dessous, en favorisant la désagrégation et la décomposition de la base minéralogique. Le boisement est le seul procédé que l'homme ait à sa disposition pour améliorer sans aucun frais les sols de mauvaise qualité.

Rôle de la couverture morte. — L'auteur donne de nombreux résultats d'analyses de feuilles et résume toutes les recherches faites jusqu'à ce jour sur le poids à l'hectare de la couverture morte annuelle et totale dans les forêts des diverses essences et dans les diverses conditions de sol et de traitement. Les feuilles mortes, tout en suffisant à entretenir indéfiniment la fertilité des forêts dans lesquelles le bois est la seule récolte, constituent un engrais agricole trop pauvre pour compenser la perte de temps que nécessitent presque toujours leur ramassage et leur transport. Au prix commercial actuel des éléments fertilisants, l'hectare de couverture totale vaudrait environ 73 fr. dans un taillis sous futaie de 20 ans, et à peu près le double dans une futaie résineuse. La caractéristique des analyses des feuilles sèches qui s'accumulent pour former la couverture est leur richesse en chaux, leur pauvreté en acide phosphorique et en potasse.

Le rôle physique de la couverture est peut-être plus important encore que son rôle chimique. Elle est pour le sol un véritable manteau; elle procure asile et nourriture à une foule d'animaux fouisseurs, qui le labourent sans cesse, assurent sa porosité, mélangent l'humus à la terre minérale, amènent incessamment de la terre fine à la surface. Sa faculté d'imbibition augmente avec l'état de décomposition des matières organiques qui la constituent; le sol, sans elle, perd la plus grande partie de son action sur le régime des eaux.

A cette occasion, l'auteur donne une analyse critique particulièrement intéressante des expériences et des déductions de WOLLNY, RAMANN et FRICKE. D'après les travaux récents de ce dernier, l'humidité du sol est, dans les forêts des environs de Berlin, sur les points où la couverture a été respectée, de 20 p. 100 plus grande qu'ailleurs. D'où un argument nouveau à faire valoir en faveur du maintien de la couverture. Son effet favorable augmente avec son épaisseur, mais seulement jusqu'à une certaine limite, voisine de 20 cm.; si l'épaisseur est plus grande, les quantités d'eau infiltrées diminuent. L'effet de la couverture sur l'évaporation est du même ordre: jusqu'à 20 cm. d'épaisseur, les quantités d'eau évaporées par le sol sont d'autant moindres que la couverture est plus épaisse; mais, au delà, elles restent à peu près constantes, quelle que soit l'épaisseur. La couverture favorise donc l'alimentation des eaux souterraines en augmentant la perméabilité du sol et en diminuant l'évaporation; mais il est inutile que son épaisseur dépasse 20 cm. L'action des feuilles du Chêne et du Hêtre est à celle des aiguilles de résineux à peu près comme 3 est à 2.

L'enlèvement des feuilles mortes des forêts, quoique trop fréquent encore en France, y est moins répandu qu'en Allemagne. Aussi les expériences qui dénoncent les funestes effets de cette pratique nous viennent-elles d'outre-Rhin. En forêt de Hêtre, sur les sols argileux et riches, la réduction de l'accroissement qui en résulte est à peine de 10 p. 100; elle augmente au fur et à mesure que les sols deviennent plus maigres, surtout plus sablonneux, et que le ratissage est pratiqué depuis plus longtemps; elle peut atteindre 40 p. 100 et rendre impossible la régénération naturelle.

D'après STECKARDT et RAMANN, avec la couverture et l'humus qu'elle engendre, disparaît tout ce qui, dans les sols sablonneux, peut s'opposer à l'entraînement des matières fertilisantes par les eaux pluviales.

La couverture vivante est formée des herbes et des arbrisseaux du sous-bois; il est nécessaire de l'extraire lorsqu'elle nuit à l'installation des semis; mais, en toutes autres circonstances, il faut la conserver. En l'enlevant, on épaise le sol, et le mieux est de l'anéantir par le couvert.

Décomposition de la couverture morte. — Si la couverture morte se décompose en présence de l'oxygène, il y a formation de terreau doux; si la décomposition se fait en l'absence de ce gaz, il y a putréfaction et formation de terreaux acides, comme les terres de bruyère et les tourbes, qui exercent la plus fâcheuse influence sur la végétation forestière.

L'humification est un phénomène biologique qui se produit par le moyen de ferments et cesse sous l'action du chloroforme; l'auteur l'a démontré, en 1883, au laboratoire de l'École forestière de Nancy. Plusieurs facteurs agissent simultanément pour provoquer la décomposition de la couverture morte. Les feuilles perdent ainsi la moitié de leur poids en une année, les trois quarts en dix-huit mois; elle se détruit complètement en un temps qui varie de deux à quatre ans. La nature du sol n'est pas indifférente, et le calcaire est favorable à la formation du terreau doux. Cette formation est liée, en outre, à la présence de l'oxygène, ainsi qu'à l'existence d'une humidité et d'une chaleur suffisantes. Chaque fois qu'une de ces trois conditions fait défaut, il se produit un terreau imparfait, acide, défavorable à la végétation forestière (terres de bruyère, en sols sablonneux, secs et pauvres; tourbes, en présence d'un excès d'eau qui empêche la pénétration de l'oxygène).

Propriétés chimiques des sols forestiers. — En sylviculture, il n'y a pas, en général, à se préoccuper des propriétés chimiques des sols; cependant, il faut, si l'on veut éviter des échecs, ne pas oublier qu'il existe des essences pour lesquelles le calcaire, par exemple, est, en certaines proportions, un véritable poison (Pin maritime, Chêne-liège, Châtaignier). L'auteur donne sommairement le résultat d'expériences faites à l'École de Nancy dans des cases de végétation à l'air libre, et desquelles il résulte que le Pin maritime et le Châtaignier ne s'accoutument de sols paraissant calcaires que si la proportion de carbonate de chaux assimilable est très faible. Les faits allégués comme allant à l'encontre du principe admis de la répulsion de ces espèces pour le calcaire ne reposent donc que sur des apparences, et les maxima supportés ne dépassent guère 8 à 10 p. 100 pour le Pin maritime et 6 p. 100 pour le Châtaignier. M^r HEXRY nous annonce qu'il publiera prochainement le compte rendu détaillé de ses observations. Pour le moment, contentons-nous de savoir qu'elles confirment l'opinion émise par CL. ROUX en 1900: « Selon que le calcaire est compact, pierrenx, marneux, on a pour la même teneur, des sols différemment chlorosants¹ ».

La décalcification des couches supérieures du sol par l'action dissolvante des eaux chargées d'acide carbonique est un phénomène incessant et si énergique que ces couches supérieures finiraient par manquer de chaux,

1. CL. LEROUX, *Traité des rapports des plantes avec le sol*, Paris, 1900, p. 379.

si les racines des arbres ne la puisaient sans cesse dans les profondeurs du sol, pour l'accumuler dans les feuilles et la restituer par l'intermédiaire de la couverture morte.

Sauf dans des sols sablonneux purs (dans les sables de la Campine, l'apport d'engrais minéraux est, avec raison, de pratique courante avant le reboisement), il n'y a pas à se préoccuper de donner aux sols forestiers de la potasse et de l'acide phosphorique; la couverture morte leur rend des quantités suffisantes de ces substances indispensables à toute végétation.

Au point de vue de leurs exigences en principes minéraux, nos essences forestières se classent dans l'ordre suivant, en commençant par les plus avides : Frêne, Ormes, Tilleul, Robinier, Érables, Tremble, Saules, Chênes, Charme, Hêtre, Bouleau, Aunes, Sapin, Mélèze, Epicéa, Pin Weymouth, Pin noir, Pin sylvestre, Pin de montagne. La production ligneuse de la forêt enlève chaque année au sol de 25 à 50 kgr. de matières minérales par hectare. La forêt, grâce à l'action de l'acide carbonique de la couverture et à celle des racines des arbres sur les silicates des particules rocheuses, répare facilement ces pertes et même au delà, de telle sorte qu'elle s'enrichit automatiquement en matières minérales, comme, d'ailleurs, en humus et en matières azotées.

Les gisements de guanos sont épuisés: la dernière tonne des nitrates du Pérou sera, dit-on, extraite avant un quart de siècle; l'industrie vient de résoudre péniblement le problème de la fabrication, au moyen de l'azote atmosphérique, d'engrais azotés susceptibles d'emploi agricole. La question de l'azote n'est pas moins importante en sylviculture: on sait que les Papilionacées le fixent par l'intermédiaire de bactéries vivant en colonies dans les nodosités des racines de ces plantes. Dans une série d'expériences poursuivies à Nancy, de 1894 à 1899, l'auteur a démontré que les feuilles mortes de nos arbres forestiers, elles aussi, fixent, en quantité notable, l'azote de l'air. Ainsi s'explique l'enrichissement en azote des dunes de Gascogne, qui, sables stériles il y a 50 ans, en contiennent aujourd'hui 270 kgr. à l'hectare. Le taux d'azote croît dans les axes de tous nos arbres forestiers, à mesure que le diamètre de ces axes diminue; la futaie est donc moins épuisante que le taillis, et le taillis à longue révolution moins que le taillis à courte révolution.

Propriétés physiques des sols forestiers. — Le sol fournit aux racines des arbres la base nécessaire à leur implantation, l'air, l'eau, la chaleur; sa ténacité, sa profondeur, sa faculté d'imbibition, son aptitude à l'échauffement, sa perméabilité ont une très grande influence sur la végétation forestière, et, sans aller aussi loin que certains phytogéographes (THURMANN et ses disciples) et attribuer aux seules propriétés physiques des sols la distribution des végétaux sur le globe, il ne paraît pas douteux que leur importance l'emporte sur celle des propriétés chimiques.

Le forestier doit avoir le souci constant de maintenir le sol meuble et perméable; la couverture morte assure cet ameublissement et cette porosité, et c'est peut-être le plus grand service qu'elle rend à la forêt.

L'eau étant le facteur le plus important de la bonne végétation des massifs, l'auteur consacre une cinquantaine de pages à l'exposé des liens qui unissent l'eau du sol et la forêt. La répartition des forêts sur le globe

est, dans ses lignes essentielles, réglée par l'abondance des pluies : la lame d'eau annuelle est inférieure à 200 mm. dans la région désertique pontocaspienne ; elle varie de 370 à 470 mm. dans les steppes du Sud de la Russie, et déjà la forêt peut y être installée, pourvu que le sol soit graveleux ou que, par des soins spéciaux, on ait assuré sa perméabilité. En France, dans les années les plus sèches, la lame annuelle ne descend presque jamais au-dessous de 400 mm., et, sur aucun point, la végétation forestière n'est impossible par la seule raison du manque de pluies. Mais la plupart de nos forêts étant sur sols calcaires ou sableux, toujours secs ou filtrants, l'auteur conseille d'aménager les eaux en vue d'irrigations forestières.

Toutes les conditions qui augmentent l'évaporation diminuent l'infiltration et abaissent le niveau de la nappe souterraine où s'alimentent les puits. L'évaporation physiologique de la forêt enlève au sol de grandes quantités d'eau, et le niveau de cette nappe est, sous bois, plus bas que hors bois.

Ce fait a été démontré expérimentalement sur plusieurs points très divers du globe et, notamment, par l'auteur, aux environs de Nancy, de 1900 à 1902. Cette action de la forêt sur les nappes souterraines stagnantes des pays de plaine, où il n'y a pas de ruissellement, n'est nullement en contradiction avec son influence heureuse sur les nappes souterraines mobiles et les sources des régions montagneuses, à la surface desquelles il y a tendance au ruissellement. En plaine, la forêt abaisse le niveau des puits ; en pays accidenté, elle vivifie les sources, atténue la violence des inondations et augmente les débits d'étiage des cours d'eau.

Enfin, l'ouvrage se termine par un exposé très condensé de la situation forestière des différentes régions qui se partagent la France. Ce chapitre intéressera tout particulièrement les géographes. Mais il ne nous a pas paru possible de le résumer utilement.

L. F. TESSIER.

LE MORVAN

D'APRÈS L'OUVRAGE DU CAPITAINE J. LEVAINVILLE.

Capitaine J. LEVAINVILLE, *Le Morvan. Étude de Géographie humaine*. Paris, Librairie Armand Colin, 1909. In-8, [vi] + 303 p., 44 fig. croquis et cartes, 20 pl. phot., 4 pl. diagr. et dessins. 10 fr.

Les lecteurs des *Annales de Géographie* ont déjà pu lire dans ce recueil deux études du capitaine LEVAINVILLE, l'une sur les Manges¹, l'autre sur la vallée de Barcelonnette². C'est une œuvre de longue haleine du même officier que nous signalons aujourd'hui, une véritable monographie du Morvan, qui a valu à son auteur le grade de docteur ès lettres de l'Université de Bordeaux. Il s'y était préparé par de nombreux séjours ou voyages dans le pays, au cours de l'un desquels il se joignit à l'excursion inter-

1. Capitaine LEVAINVILLE, *Les Manges...* (*Annales de Géographie*, XIV, 1905, p. 310-317).

2. J. LEVAINVILLE, *La vallée de Barcelonnette...* (*ibid.*, XVI, 1907, p. 223-244).

universitaire de 1907¹ ; à ses observations personnelles il a ajouté une consultation approfondie des sources imprimées et inédites, une enquête de tous les détails auprès des habitants, et tout Morvandeau reconnaîtra dans cet ouvrage une interprétation fidèle de son pays.

Ce pays, c'est un de ceux que l'appellation populaire, exempte d'ambages, qualifie de « mauvais pays ». C'est, naturellement, le contraste qu'il présente avec ses « marges » qui lui a valu cette fâcheuse appellation. Et, en effet, « entouré des prés d'embouche célèbres du Bazois, des moissons plantureuses de la Terre-Plaine, des pâtures verdoyantes de l'Auxois, des usines jadis prospères de la Cuvette permienne, le Morvan, âpre et rude, couronné de sombres forêts presque sans cultures, sans vignobles, bien qu'il en soit environné » (p. 23), le Morvan nourrit mal celui qui l'habite, et les dictons populaires des régions avoisinantes n'épargnent leurs quolibets ni au pays, ni aux gens.

Après cette définition en quelque sorte négative du Morvan, le capitaine LEVAINVILLE passe (ch. n°) à l'étude du sol morvandeau et de sa structure. Le Morvan est un des plus anciens fragments de notre sol ; les plissements hercyniens y sont très nettement marqués ; mais chaque époque a contribué à donner au pays sa structure et son aspect d'aujourd'hui : c'est ainsi que, déjà aplani lors du Jurassique, au point que des dépôts de cet âge se retrouvent jusqu'à son centre, il a manifestement subi le contre-coup des mouvements alpins, qui créèrent ou remanièrent tout un réseau de failles, portèrent à des altitudes différentes des compartiments contemporains, ravivèrent l'érosion, très active encore de nos jours. Les altitudes restent, en effet, très diverses sur de petits espaces ; malgré le remblaiement de nombre de parties déprimées, il subsiste dans le Morvan assez de cuvettes dominées de toutes parts, — cuvette de Château-Chinon, cuvette d'Arleuf, — assez de gorges et de vallées profondes pour que, une fois parvenu dans le Morvan, mais seulement à ce prix-là, si on l'aborde en venant du Nord ou de l'Ouest, on ait l'impression d'un véritable pays montagneux, dont les termes de « bocage », de « Wald » ou de « Hardt », usités ailleurs pour des individualités du même ordre, rendraient bien l'ancienneté d'âge et la physionomie extérieure de massif forestier usé.

Dans cette unité géographique qu'est le Morvan, la population distinguait trois subdivisions : le Morvan bourguignon, le Morvan nivernais et l'Avallonnais ; Saulieu, Château-Chinon, Avallon en étaient les trois centres économiques. Cette division traditionnelle se justifie assez bien. Le Morvan bourguignon est ce que le capitaine LEVAINVILLE appelle la « zone bordière des placages liasiques » ; des lambeaux de calcaires s'y superposent, en effet, au substratum ancien, de sorte qu'on passe assez fréquemment des landes et des fonds plats, marécageux, entourés d'osiers, à des champs d'avoine et de blé ; les maisons sont souvent en pierre, blanchies à la chaux, couvertes de tuiles, bien différentes de la chaumière basse et grise du reste du Morvan. Le Morvan nivernais correspond au Haut-Morvan, c'est-à-dire à la portion la plus méridionale et la plus élevée du massif, avec les 902 m. de ce sommet, de nomenclature imprécise, qui est le Haut-Folin des

1. Voir L. GALLOIS, *Excursion géographique interuniversitaire autour de Paris et dans le Morvan*, Second article (*Annales de Géographie*, XVI, 1907. p. 399-419).

uns, le Bois-du-Roi des autres; avec la borne terminale du Beuvray, dressée à 400 m. au-dessus du bassin d'Autun; avec ses protubérances et ses cuvettes, ses bois, ses landes de genêts. Le Morvan avallonnais, c'est le Bas-Morvan, qui dépasse, en effet, rarement 600 m., et qui perd, peu à peu, les restes d'un placage liasique; déjà la masse archéenne, récemment mise à nu, offre des tronçons surimposés de rivières, et, le long de ces vallées encaissées, on trouve des aspects montagneux que n'offre guère, en dehors d'elles, la topographie si adoucie du Bas-Morvan; mais, malgré une altitude plus basse, le Bas-Morvan ne vaut guère mieux que le Haut; ce sont encore « de maigres cultures et des étangs nombreux dans les fonds, des pâturages tourbeux sur les pentes », et Avallon, par sa position, permet d'embrasser, en un tour d'horizon, le contraste entre le Morvan déshérité et la plantureuse Terre-Plaine, sous laquelle le socle archéen disparaît avec une insensible déclivité. En définitive, le Morvan, en dépit de ce qu'a de fondé sa division traditionnelle, est une région unique. « Que l'on parcoure le massif ancien du Nord au Sud, de la Morlande d'Avallon à l'Appenelle de Luzy; ou de l'Est à l'Ouest, du Champ de Mars de Saulieu à la Maladrerie de Lormes, le regard s'arrêtera toujours sur les mêmes spectacles: des collines arrondies ou déchiquetées suivant que le sol cache les roches usées du granite et du gneiss, ou couvre les formes plus rèches des porphyres et des schistes dévoniens. » (P. 36-37.)

Le climat (ni) ne vaut guère mieux que le sol. La température moyenne du Morvan est de 2 à 3 degrés plus basse que celle des contrées voisines; les forêts, qui couvrent 42 p. 100 du territoire, retiennent la neige et refroidissent l'atmosphère; l'hiver commence tôt et se prolonge tard; les gelées blanches font leur apparition en octobre et se continuent jusque vers la fin de mai. Par contre, en été, on relève assez souvent 35° C. en juillet et août. Enfin, les variations dans le cours de l'année, du mois et même de la journée sont fortes et brusques: le 25 mai 1907, à Château-Chinon, on notait — 3° à 2 h. du matin et, à l'ombre, 30° à 2 h. de l'après-midi. Les pluies sont fréquentes dans le Morvan, et le vocabulaire du paysan est riche en termes qui désignent les averses. La hauteur moyenne annuelle pour l'ensemble du Morvan est de 1^m,40; on relève 189 jours de pluie au Haut-Folin et 186 à Château-Chinon; nulle part, moins de 120. La neige séjourne longtemps sur les hauts sommets, où les « ravousses », ou amas de neige, subsistent parfois jusqu'à la fin de mai. L'altitude est donc le facteur principal du climat, et son influence se révèle dans le calendrier rustique: aux mêmes époques, les soins de la terre ramènent les mêmes travaux, mais à des dates qui varient suivant le relief. Ainsi, la moisson du blé s'échelonne du 16 juillet à la fin d'août, ce qui permet aux habitants du haut pays, avant de faire leur propre récolte, d'aller « gagner moisson » dans le Bazois, l'Auxois, la Terre-Plaine et jusqu'en Côte-d'Or et en Seine-et-Marne.

L'imperméabilité générale du sol et d'abondantes précipitations valent au Morvan un réseau hydrographique (iv) très chevelu, qui se complique d'une infinité de marais et d'étangs. A la partie supérieure du Beuvray, on a relevé l'existence de 22 sources. La toponymie l'abonde en noms tirés de la présence de fontaines, d'étangs et de plantes des lieux humides. Les ri-

1. Capitaine LEVAISVILLE, *La toponymie morvandelle* (*La Géographie*, XVIII, 1908, p. 21-32).

vières morvandelles, qui n'animent que peu de moulins, et dont l'industrie actuelle n'a pas encore utilisé les réserves de force motrice, ont trouvé leur emploi dans le flottage des bois, qui, du reste, ne remonte pas au delà de la fin du xvi^e siècle. Ce sont encore les réglemens de la première heure qui subsistent. A la fin d'octobre, les marchands de bois font marquer la « mou-lée » qu'ils ont achetée; en novembre, les bûches sont amenées à l'Yonne ou à la Cure par leurs affluents; là, on les empile en attendant la date du « grand flot », qu'on produit en lâchant les étangs. Le flot peut porter de 10000 à 15000 stères, qui arrivent à Clamecy sur l'Yonne, et à Vermenton sur la Cure. Là, le bois est tiré de l'eau, trié, séché, et les transporteurs l'envoient à Paris. Mais le flottage, de nos jours, n'a plus l'importance de jadis; le bois est de plus en plus expédié par chemins de fer, aux gares de Lormes, Saulieu, Ouroux, ou bien par les canaux.

La forêt (v), qui est un des aspects caractéristiques du Morvan et qui en est encore la plus grande richesse, s'épanouit surtout sur les hauteurs; mais, malgré la faible altitude absolue, les essences ne se mélangent guère: le Châtaignier se trouve sur les pentes de l'extrémité Sud, exposées au Midi, aux basses altitudes, faisant plus haut place aux résineux; dans le Nord, domine le Chêne; vers le Sud, règne le Hêtre, gloire des forêts morvandelles. Mais les exigences de l'industrie moderne du bois réduisent cette royauté du Hêtre et lui font de plus en plus substituer le Chêne et le Sapin. Il y a là toute une évolution économique soigneusement étudiée et clairement exposée.

C'est avec le même souci de détail précis et de localisation dans l'espace et le temps que le capitaine LEVAINVILLE étudie (vi, vii et viii) les formes culturelles, l'élevage et l'exploitation du sol. Généralement infertile, le Morvan n'a commencé à s'affranchir des routines agricoles qu'au milieu du xix^e siècle. On doit à DUPIN l'introduction du brabant, qui remplaça la vieille charrue en bois, et l'emploi du chaulage, qui permit la culture du trèfle, du blé, ainsi que l'amélioration de l'avoine. Les prairies se sont étendues aux dépens des landes: les « ouches », terres fertiles de dimensions limitées, se sont spécialisées dans des cultures de grand rendement, comme la pomme de terre, qui se vend fort bien dans les « marges ». La même amélioration s'observe dans l'élevage. Les bœufs du Morvan sont célèbres dans tout le Nord de la France, où le Morvandeau va « en galvache » dans les grandes fermes; ses chevaux sont recherchés en Bourgogne; ses porcs s'exportent à Lyon, en Suisse et en Allemagne. Peu de foires sont aussi achalandées en France que celles du Morvan et de sa lisière.

Une évolution analogue s'est produite dans les formes de la propriété. Les anciennes « communautés taisibles », avec propriété collective du sol et subordination à un chef unique, ne pouvaient survivre longtemps à la mise en vigueur du Code civil, et DUPIN a décrit la dernière, celle des Jault¹. C'est également vers 1840 que se sont transformées les grandes propriétés seigneuriales, à l'exception des domaines forestiers. Aujourd'hui, la petite propriété est la règle, et le morcellement continue, se révélant dans la physionomie du pays par la multiplicité des « brasses », ou haies, savamment

1. DUPIN, *Le Morvan, scènes morvandelles*, Paris, 1853, p. 82 et suiv. — Voir: Capitaine J. LEVAINVILLE, *Le Morvan*... p. 180 et suiv.

entretenu. C'est seulement dans le Sud et le Sud-Est que la grande propriété survit et domine encore, avec le métayage comme forme de faire-valoir, sans toutefois exclure le fermage.

En un pays de population presque entièrement rurale, l'industrie n'est que peu développée; les verreries ont vécu, ainsi que les mûlieries à foulon; les tanneries se font rares. L'exploitation des carrières ne sert qu'aux besoins locaux; celle de la houille, à Sancy-lès-Rouvray, a pris fin en 1907. Mais le XIX^e siècle amène la vie dans l'intérieur du pays, en développant les routes, puis les chemins de fer. Les petites villes s'éveillent une fois par mois, lors de la tenue des marchés; elles sont des centres d'approvisionnement pour la population rurale, et la circulation est vraiment active en Morvan.

Les chapitres finaux de l'ouvrage (x, xi, et xii) sont consacrés à la démographie et à l'habitat. L'ancienne habitation, basse, sans air ni lumière, au pauvre mobilier, fait place à des demeures plus gaies et plus propres; c'est une des conséquences de l'« industrie des nourrices ». La nourriture reste abondante, sinon choisie; la longévité est remarquable, mais les cabarets se multiplient, et la population, depuis 1886, est en décroissance. C'est, d'abord, que la natalité diminue, et aussi que l'émigration définitive est en progrès. Une part de celle-ci revient aux nourrices, car toutes ne rentrent pas au pays pour enrichir leur famille de leurs économies; beaucoup se fixent dans les grandes villes, où elles attirent maris et parents. Les magasins du Louvre, les bouillons Duval, la chocolaterie de Noisiel recrutent en Morvan une partie de leur personnel. De 1851 à 1901, la population morvandelle a baissé de 9,5 p. 100, et cela malgré la présence dans le pays d'enfants de l'Assistance Publique, les « Petits-Paris », qui, bien traités et reconnaissants, se refusent à quitter leur famille d'adoption.

Nous n'avons pu donner, par ce résumé, qu'une idée imparfaite de ce travail, que l'auteur a accompli non seulement avec une conscience et une sûreté de méthode remarquables, mais avec une véritable tendresse pour le petit pays auquel s'est attachée sa curiosité de géographe. Le Morvan nous apparaît comme une des unités vivaces de notre pays, et l'on doit louer le capitaine LEVAINVILLE d'en avoir si heureusement fixé pour nous la physiologie.

P. CAMENA D'ALMEIDA.

LES PLUIES EN ITALIE

D'APRÈS M^r FILIPPO EREDIA

FILIPPO EREDIA, *Le precipitazioni atmosferiche in Italia* (Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, XXVII, Parte I, 1905, Roma, 1908. In-4, 317 p., 17 pl. cartes.

Les *Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano* ont publié récemment sur les pluies en Italie une étude due à M^r FILIPPO EREDIA. Ce travail consciencieux et plus détaillé que tous les mémoires antérieurs consacrés au même sujet est accompagné : 1^o de tables pluviométriques de 25 ans (1880-1905), aussi complètes que les observations exécutées le

permettent, pour 214 stations météorologiques de l'Italie ; 2° d'une série de douze cartes à 1 : 3 000 000, représentant la répartition des pluies mois par mois ; de quatre autres, à la même échelle, représentant les précipitations par saison ; et enfin, d'une carte, toujours à la même échelle, figurant la répartition totale annuelle des précipitations¹.

Après avoir dressé, pour chacune des 214 stations considérées, la courbe pluviométrique annuelle résultant des moyennes mensuelles, M^r EREDIA distingue six types principaux des variations quantitatives des précipitations en Italie.

Les deux premiers présentent presque les mêmes caractères. Ces deux types indiquent deux maxima et deux minima ; les maxima s'observent au printemps et en automne, et les minima en été et en hiver. Dans le premier type, la courbe s'élève graduellement du minimum de l'hiver au maximum du printemps ; puis elle redescend graduellement jusqu'aux mois d'été (minimum principal), pour remonter et atteindre le maximum principal en automne. Ce type se présente dans la Vénétie, dans la Lombardie et dans la haute Toscane, surtout dans le voisinage des Apennins.

Le deuxième type, qui est le type dominant pour le reste de la haute Italie, offre cette particularité de comporter en février une moindre chute qu'en janvier, de sorte que le minimum hivernal tombe pour le premier type en janvier et pour le deuxième en février. Dans le deuxième type, le maximum principal tombe en octobre ; mais tantôt les deux maxima d'octobre et de mai diffèrent fort peu l'un de l'autre, tantôt (et c'est le cas surtout pour les villes du Piémont et quelques villes de la haute Lombardie) le maximum de mai est plus élevé que celui d'octobre.

On doit noter comme exceptionnelle l'allure très différente de la courbe pluviométrique des stations situées dans le voisinage de la chaîne alpine : on constate là un maximum durant les mois d'été et un minimum durant les mois d'hiver ; c'est le troisième type.

Dans le quatrième type, la courbe s'élève en janvier, s'abaisse en février ; elle atteint en mars un minimum secondaire ; puis elle monte en avril, pour redescendre, ensuite, graduellement jusqu'en été, époque du minimum principal ; enfin, elle remonte jusqu'au maximum principal, qui tombe en hiver ; le minimum de mars est faible. Ce type se rencontre le long de l'Adriatique, d'Ancône à Bari. Il faut ajouter que, le long du versant adriatique, il semble y avoir un fléchissement en mars qu'on ne trouve nulle part ailleurs.

Dans le cinquième type, le minimum de mars disparaît ; la courbe s'abaisse, exprimant un minimum pour les mois d'été, et remonte jusqu'au maximum d'hiver. Ce type se manifeste le long du versant méditerranéen et dans le reste de l'Italie méridionale, dans une bonne partie de la presqu'île de Salente et en Sardaigne.

1. M^r EREDIA a publié postérieurement au travail que nous analysons deux mémoires plus courts : 1° *La Temperatura a Roma nel Cinquantennio 1855-1905 (Annali dell'Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico Italiano, XXVII, Parte I, 1906, Roma, 1909, in-4, 31 p., 1 pl. graph.)* : examine notamment la courbe de la variation annuelle de la température moyenne, calculée dix jours par dix jours, température qui passe de 6°,4 C. (deuxième décade de janvier) à 25°,4 (troisième décade de juillet) ; — 2° en collaboration avec GIUSEPPE FANTONI : *Il Clima del Monte Cavo (ibid., XXIV, Parte I, 1902, Roma, 1909, 41 p., 1 pl. graph.)*. — Pour les travaux de M^r EREDIA sur les pluies en Sicile, voir ci-dessous, p. 80, note 1.

Le sixième type s'observe en Sicile¹ et dans quelques stations de la région extrême de la presqu'île de Salente, ainsi que dans la Calabre méridionale. Ce type n'a qu'un maximum (dans le dernier mois de l'automne ou dans le premier de l'hiver) et un seul minimum (en été); toutefois, dans quelques stations, la chute du mois d'avril est peu différente de celle de mars, tandis que, pour les autres, elle est plus faible.

Il semble, en fin de compte, que, si l'on se dirige peu à peu vers le Sud, le maximum de printemps de la haute Italie, s'atténuant beaucoup, rétrograde vers les mois précédents, tandis que le maximum de l'automne se déplace vers les mois qui suivent: les deux maxima se rejoignent pour n'en former qu'un seul, celui de l'hiver.

M^r EREBIA, étudiant le nombre de jours pluvieux par mois, a également réduit à six types les diverses courbes des 214 stations.

Les deux premiers types dominant dans l'Italie septentrionale, et l'on peut dire que ces deux types sont presque identiques: tous deux ont deux maxima et deux minima. — Le troisième type, très différent des deux précédents, a un maximum en été et un minimum en hiver. Ce type se rencontre en quelques stations de la haute Italie alpine. — Le quatrième a un maximum principal en été (Sardaigne, presque tout le versant adriatique et Italie centrale). — Le cinquième est caractérisé par un maximum dans les mois d'hiver et un minimum en été. La courbe est très régulière. Il comprend la Sicile et quelques régions de l'Italie méridionale. — Dans le sixième, le maximum correspond aux premiers mois de l'hiver, puis la courbe descend, pour remonter légèrement, accusant presque un maximum secondaire au milieu du printemps (mars). Il comprend un petit nombre de stations dans la Basilicate.

La répartition des jours de pluie dans l'année offre dans l'ensemble moins d'irrégularités que la distribution quantitative des précipitations.

On peut encore réduire, nous semble-t-il, le nombre des types qu'a établis M^r EREBIA avec tant d'exactitude consciencieuse. Il y a, en réalité, trois types principaux de la répartition des précipitations en quantité et en fréquence. Le quatrième type EREBIA présente, évidemment, une exagération de la réduction du premier maximum du printemps et de l'augmentation du second maximum d'octobre et de novembre par rapport au second type et au premier type, lesquels, de leur côté, se ressemblent; mais il nous paraît qu'on peut, jusqu'à un certain point, pour mieux faire saisir les résultats obtenus par l'auteur lui-même, superposer le premier type, le second et le quatrième sur le schéma du second type: c'est là, très nettement, le climat à deux maxima de pluie dans l'année, l'un au printemps, l'autre en automne, avec des minima, le premier en janvier-février et le plus important en été: il est figuré par la courbe que nous appellerons ici le type A (fig. 1). — Pareillement, nous ramenons le cinquième type au sixième type: dans le cinquième type, il y a comme un retentissement du

1. Pour les études de M^r EREBIA sur les pluies en Sicile, voir *IX^e Bibliographie annuelle 1899*, n^o 452; *XV^e Bibliographie 1905*, n^o 569. — L'auteur a publié récemment: *Pioggie torrenziali in Sicilia* (Estr. dagli Atti Accademia Gioenia sc. nat. Catania, ser. v, II, Memoria XI, « d. distribuito in 1909), in-4, 4 p.; — *L'alluvione nel versante orientale della Sicilia del novembre 1908* (B. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, Roma, Tip. Nazionale di G. Bertero & C., 1909, in-8, 20 p., 3 fig. croquis et diagr.

type que nous venons de définir, et l'oscillation de la courbe dans les premiers mois de l'année rappelle en tout petit le minimum hivernal et le maximum printanier; mais ce sont là des détails, et le type tout à fait caractéristique est le sixième type EREDIA, qui n'a qu'un maximum très fortement marqué en hiver (exactement en décembre et janvier) et un minimum également très fortement marqué en été (exactement en juillet et août : ce sera notre type B (fig. 2). Le type C (fig. 3), qui est la contradic-

FIG. 1. — Type A, résumant les 1^{er}, 2^e et 4^e types de F. EREDIA.
(Haute Italie et, partiellement, Italie centrale montagneuse.)

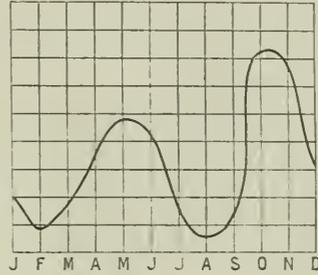


FIG. 2. — Type B, résumant les 5^e et 6^e types de F. EREDIA.
(Sicile, Italie méridionale et, partiellement, Italie de l'Adriatique.)

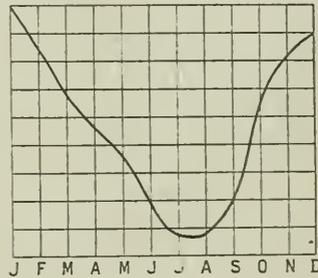


FIG. 3. — Type C, 3^e type de F. EREDIA.
(Bordure alpine de la haute Italie.)

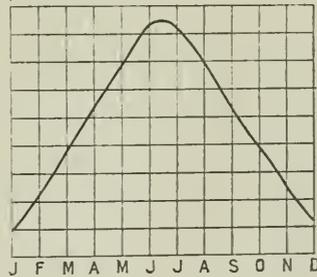


FIG. 1, 2 et 3. — Principaux types de courbes pluviométriques en Italie, d'après F. EREDIA.

N. B. — Toutes les courbes schématiques dessinées dans le mémoire de F. EREDIA, et dont celles-ci sont inspirées, sont des courbes uniquement représentatives de l'allure des précipitations au cours de l'année.

tion rigoureuse du type B, correspond au troisième type EREDIA et ne concerne que les stations alpines de la haute Italie.

Il s'agirait de montrer en quoi l'étude si complète de M^r EREDIA nous

apporte des données nouvelles concernant les précipitations en Italie et il faut la comparer aux tableaux vraiment géographiques qui avaient été dessinés et cartographiés par des auteurs précédents ¹.

Le meilleur de tous les ouvrages scientifiques d'ensemble est, sans conteste, le livre de M^r THEOBALDO FISCHER. Le géographe allemand des pays méditerranéens a, dans sa *Penisola italiana*, écrit d'excellentes pages sur le sujet qui nous occupe ². Il distingue, au point de vue pluviométrique, trois provinces : la haute Italie, ou vallée du Pô, avec des pluies d'été ; l'Italie centrale, avec des pluies aux équinoxes ; l'Italie méridionale et insulaire, avec des pluies hivernales. C'est aux judicieuses observations condensées de M^r FISCHER qu'il faut ajouter les nuances encore plus précises de M^r EREDIA :

« La saison la plus pluvieuse est l'hiver en Sicile, en Calabre et dans la Basilicate ; ailleurs, c'est l'automne. Dans le voisinage des Alpes, il n'y a plus beaucoup de régularité, et, dans une partie de la Vénétie, du Piémont, ainsi que dans quelques localités de situation topographique spéciale, la saison la plus pluvieuse est l'été.

« La saison la plus sèche est l'hiver dans la haute Italie ; les villes d'Asti, Pavie, Crémone, Parme, Firenzuola, Argenta, représentent la limite à partir de laquelle la saison la plus sèche est l'été. Il ne manque pas de cas isolés d'hiver sec dans l'Italie centrale ; mais ce sont là faits variables et dus à des causes absolument locales.

« La saison qui suit comme étant la seconde pour la fréquence des pluies varie beaucoup d'un bout à l'autre de l'Italie ; en Sicile, en Calabre, dans une grande partie de la Basilicate inférieure comme dans la majeure partie de la Vénétie et dans diverses localités du Piémont et de la Lombardie, c'est l'automne qui vient en second lieu, après la saison la plus pluvieuse ; le long de la côte de la Méditerranée et de l'Adriatique, d'Ancône jusqu'à la péninsule de Salente, l'hiver est la saison qui vient en second lieu après la saison la plus pluvieuse ; enfin, dans les villes de l'intérieur, de l'Italie centrale et de la haute Italie, c'est le printemps ³. »

M^r EREDIA a calculé les moyennes pluviométriques générales des trois provinces naturelles de l'Italie ; il obtient pour l'Italie continentale 967 mm. ; pour la Sicile, il propose 633 mm. Pour l'Italie centrale et péninsulaire, il n'ose même pas offrir un seul chiffre, car les oppositions et les variations qui s'observent partout sont là encore plus saisissantes : la moyenne, dit-il, varie de 933 à 1700 mm.

N'insistons pas ici sur les faits que M^r EREDIA analyse, mais qui sont plus connus : influence de l'altitude, influence du voisinage de la mer, régime des précipitations de la pluvieuse « Riviera ligure » (pluies plus fréquentes sur la Riviera di Levante que sur la Riviera di Ponente), influence pluvieuse du sirocco dans la Pouille et dans la Sicile orientale, etc.

Nous nous sommes efforcés de dégager de ces tableaux et des observa-

1. Une de mes élèves, M^{lle} MILLY SIMONA a bien voulu faire, en vue de cette note, diverses recherches et vérifications comparatives.

2. THEOBALDO FISCHER, *La Penisola italiana. Saggio di Corografia scientifica. Prima traduzione italiana*, Torino, 1902, p. 319 et suiv.

3. F. EREDIA, *Le precipitazioni atmosferiche...*, p. 209.

tions qui les accompagnent ce qui nous a paru le plus nouveau. Nous voudrions faire de même en ce qui regarde les cartes. Qu'on se prenne à comparer attentivement la carte à 1 : 4 000 000 de THEOBALD FISCHER, dans la *Penisola italiana*¹, avec la carte récapitulative de la distribution annuelle de M^r EREDIA (pl. XVII) : celle-ci comporte des nuances et des modifications qui ne sont pas sans intérêt.

Nous tenons, en terminant, à souligner le caractère à la fois très scientifique et très artistique des cartes mensuelles, saisonnières et annuelle dont nous avons parlé dès le début et dont l'ensemble constitue un bel atlas très expressif. Suivons, mois par mois et carte par carte, la répartition des précipitations : avec une étonnante clarté, on voit comment les pluies qui tombent en décembre principalement, soit sur le littoral de la mer Tyrrhénienne, soit en Ligurie, soit sur la Toscane, se concentrent encore davantage dans la zone méridionale durant le mois de janvier, pour remonter, si l'on peut ainsi parler, peu à peu, jusque dans la région la plus septentrionale et pour se concentrer presque exclusivement en juillet et en août dans la zone d'extrême Nord, qui est la zone des Alpes, c'est-à-dire tout à la fois la zone italienne de très haute altitude et la zone italienne d'Europe centrale.

L'Italie, grâce à la très grande variété de ses formes et grâce à l'allongement élégant et effilé de sa péninsule, exprime d'une manière saisissante, par ses propres contrastes sur son propre territoire, l'extrême contraste, — avec toutes ses transitions, — entre le régime des pluies hivernales du monde méditerranéen et le régime de maximum estival du centre montagneux de l'Europe.

JEAN BRUNHES.

L'ANCIENNE ROUTE DES GALIONS

Depuis trois ans déjà, la ligne du chemin de fer de l'isthme de Tehuantepec², complétée par l'établissement des ports de Salina Cruz, sur le Pacifique, et de Coatzacoalcos, sur le golfe du Mexique, a été livrée au commerce. Récemment, le tronçon qui manquait pour relier Manzanillo avec Guadaluajara et Mexico a été terminé. Le Gouvernement mexicain cherche maintenant à résoudre un autre problème plus difficile : la jonction avec la capitale de ce port admirable qu'est Acapulco.

C'est, en effet, « un des bassins les plus admirables que le navigateur puisse trouver dans le monde entier »³. Certains auteurs le classent au troisième rang parmi les meilleures rades de l'univers, après celles de La Havane et de Rio de Janeiro. Creusé dans des roches granitiques, le port d'Acapulco forme un immense bassin d'une largeur de près de 6 km. Les côtes en sont escarpées, et, à une faible distance de la terre, on trouve presque par-

1. THEOBALDO FISCHER, *ouv. cit.*, face à la p. 350.

2. Voir *Annales de Géographie*, XVI, 1907, p. 192.

3. A. DE HUMBOLDT, *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle-Espagne*, Paris, 1811, I, p. 206.

tout 10 à 12 m. de fond. Il est ouvert vers le Sud-Ouest, et une petite île, la Isla de la Roqueta, en divise l'entrée en deux passes. La plus large, Boca Grande, mesure environ un mille et demi, et, en face, sur la côte, s'élève, sur un rocher, un fort, le « castillo », construit aux premiers temps de l'époque coloniale. Les vents s'y font sentir avec une certaine violence; aussi le port proprement dit est-il situé dans le fond de la baie, où les bateaux, parfaitement abrités de tous les côtés, trouvent tout près de terre un mouillage excellent.

Ce port remarquable n'a malheureusement pas le développement qu'il mérite, à cause de son isolement sur cette côte du Pacifique. Tous les navires qui le choisiraient pour la profondeur et la sécurité de son bassin s'en éloignent parce qu'ils ne trouvent pas actuellement des débouchés immédiats pour les marchandises qu'ils y apporteraient, ni de fret pour leur retour. Il n'y a, en effet, aucune route qui permette d'amener à l'intérieur du Mexique les denrées venues d'Orient ou des États-Unis. Le seul chemin qui existe est un sentier pierreux, coupé de montées et de descentes, peu fréquenté maintenant.

Aux derniers siècles, il fut, au contraire, la grande voie commerciale du Mexique. C'est par cette route, l'ancienne « route des galions », qu'étaient envoyées, par de longues files de mulets (« requas »), à Mexico et de là à Vera Cruz, toutes les marchandises venant des Philippines, et que s'échangeaient constamment les produits d'Europe et d'Asie. Il se faisait également un faible commerce avec Guatemala, Guayaquil et Lima. Mais le courant et les vents qui soufflent sur les côtes du Pérou gênaient singulièrement la marche des voiliers et entravaient le développement de transactions plus actives entre ces pays. Le commerce se restreignait donc au galion des Philippines. Celui-ci partait de Manille une fois par an, à la mi-juillet ou au commencement d'août, et mettait environ cinq à six mois pour faire la traversée. Il apportait des épices et des aromates, des mousselines, des soies écruës, des ouvrages d'orfèvrerie fabriqués à Canton et à Manille. Au retour, en février ou mars, il prenait les barres d'argent et les piastres que l'on faisait descendre de l'intérieur vers la côte et dont la valeur s'élevait en moyenne à 1 million de piastres.

La prophétie que faisait au début du XIX^e siècle A. DE HUMBOLDT ne s'est pas réalisée : « Des milliers de mulets seront remplacés par des chariots qui porteront les marchandises d'un océan à l'autre; ils rapprocheront, pour ainsi dire, le commerce asiatique d'Acapulco du commerce européen de la Vera Cruz ». La voie ferrée n'aboutit qu'au Rio de Balsas, arrêtée par cette succession de montagnes qui s'élèvent le long des côtes du Pacifique, avec des vallées longitudinales, régulièrement disposées et plus profondes à mesure qu'elles se rapprochent de l'océan. Seuls, les mulets continuent à fréquenter ce sentier étroit, creusé au flanc des montagnes, encombré de pierres, avec des montées vertigineuses et des descentes à pic se renouvelant sans cesse. Ce n'est qu'avant d'arriver à Chilpancingo, la coquette petite capitale de l'État de Guerrero dernièrement détruite par un tremblement de terre, que, par les soins du gouverneur GRILLEX, ce chemin est devenu, pendant quelques kilomètres, une belle route carrossable. Il nous

fallut trois jours à dos de mulet pour aller d'Acapulco à Chilpancingo (les arrieros, moins pressés, en mettent quatre et cinq) et deux de Chilpancingo à Iguala, la première ville de quelque importance de l'autre côté du Rio de Balsas. Pour éviter la chaleur torride de la journée, nous partions au milieu de la nuit et marchions jusqu'à 9 ou 10 heures. Nous nous arrêtions alors près d'un arroyo, pour laisser gens et bêtes boire et se reposer; puis l'après-midi, nous continuions la marche vers 3 heures jusqu'à un hameau, pour y passer une partie de la nuit. Les habitations sont rares dans ces sierras désolées; quelques assassinats survenus à la suite d'imprudences ont donné à cette route un renom d'insécurité qu'elle ne mérite nullement.

Une difficulté très grande est le passage du Papagallo et du Rio de Mescala, torrents insignifiants dans les temps de sécheresse, qui grossissent jusqu'à mesurer 300 m. de largeur dans la saison des pluies. Le gué à cette époque n'est plus possible, et, pour traverser ces rivières, il faut mettre les marchandises dans un « cayuco » et laisser les animaux passer à la nage, en luttant de toute leur énergie contre le courant.

Comme je l'ai dit, le Gouvernement mexicain, soucieux de profiter de toutes les ressources de son sol, cherche à prolonger jusqu'à Acapulco la ligne Mexico-Cuernavaca, qui atteint déjà le Rio de Balsas. Une compagnie a soumis au Gouvernement un projet et demandé une concession. Mais, au lieu de suivre cette ancienne route des galions à travers la Sierra, l'on se propose de faire un détour et de prendre la vallée du Rio de Balsas, pour aboutir à Sihuatanajo. De ce point, la ligne serait prolongée le long de la côte jusqu'à Acapulco, et, de la station actuelle de Rio de Balsas, partirait un embranchement à voie étroite jusqu'à Chilpancingo.

Malgré la difficulté et l'importance des travaux, la construction de cette ligne est trop nécessaire pour qu'elle ne se fasse pas. Alors toute cette région, aujourd'hui déserte, deviendra rapidement prospère, lorsque des moyens de transport permettront d'en exploiter les richesses minières, que l'on dit considérables, et d'assurer au beau port d'Acapulco tout le trafic dont le rend digne l'excellence de son bassin.

Comte MAURICE DE PÉRIGNY.

IV. — CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

EUROPE

Les voies d'accès au Simplon et la convention de Berne. — Le tunnel du Simplon a été inauguré en juin 1905; les conventions assurant l'établissement des voies destinées à nous en faciliter l'accès viennent seulement d'être votées (décembre 1909). Voilà à quels retards a abouti la campagne, d'ailleurs condamnée d'avance à l'insuccès, en faveur du ruineux projet de la Faucille. Son rôle a été purement d'obstruction ¹.

Trois conventions viennent d'être approuvées par les Chambres : l'une, internationale, conclue à Berne entre la France et la Suisse; les deux autres, intérieures, intervenant entre l'État français et les Compagnies P.-L.-M. et de l'Est. Les décisions prises aux termes des nouveaux arrangements sont : 1^o l'exécution du tronçon Frasne-Vallorbe, sur la ligne de Dijon à Lausanne. La ligne actuelle décrit un angle vers l'Est jusqu'à Pontarlier et redescend vers le Sud pour atteindre Vallorbe, à la frontière suisse. Le raccordement direct de Vallorbe avec la station de Frasne, avant Pontarlier, supprime ce coude. De plus, le point le plus élevé de la ligne se trouvera abaissé de 1012 à 896 m., ce qui constitue une amélioration très notable pour le service d'hiver, fort gêné par l'abondance des neiges sur les plateaux supérieurs du Jura. Il est vrai que, d'autre part, le raccourci nouveau comporte la construction d'un tunnel de 6 km. sous le Mont d'Or, près de Vallorbe. Ce tunnel sera le plus long du Jura. La dépense est évaluée à 28 millions, sur lesquels l'État français fournira 9 millions et la Compagnie P.-L.-M. le reste. — 2^o En vue de parer à l'ouverture prochaine du tunnel du Lötschberg et aux perturbations qui en résulteront dans le trafic du Nord-Est de la France, on envisage la création d'un raccourci sur la ligne qui joint Belfort à Berne par Delémont et le Jura. La liaison s'effectue aujourd'hui par un tracé long et sinueux. La percée d'un tunnel sous le Graiteray et la jonction directe de Montier à Granges et à Lengnau, par Court, raccourcirait beaucoup le tracé; il en résulterait que le trajet de Belfort à Milan par le Lötschberg et le Simplon serait plus court de 42 km. que par Bâle et le Saint-Gothard ². Le raccourci Montier-Granges offre donc, à n'en pas douter, une grande importance pour les régions Est et Nord-Est de notre pays. Aussi

1. Sur la question des voies d'accès au Simplon, voir *Annales de Géographie*, XII, 1903, p. 371 et suiv.; XIV, 1905, p. 87 et suiv., 280; sur le Lötschberg, *ibid.*, XV, 1906, p. 278. — Consulter aussi : *Une nouvelle percée du Jura; le tunnel du Weissenstein* (*ibid.*, XVI, 1907, p. 80).

2. Cependant, le Gothard présentera toujours cet avantage capital d'assurer la traversée de la barrière des Alpes en une seule fois, tandis que la ligne de Belfort à Milan aura trois obstacles montagneux à franchir : le Jura, l'Oberland et les Alpes Pennines. Nous doutons qu'un raccourci d'une quarantaine de kilomètres puisse remédier sérieusement à une cause si grave d'infériorité.

les nouvelles conventions autorisent-elles la Compagnie de l'Est à contribuer pour 10 millions à la création de ce tronçon, bien qu'il doive se trouver entièrement en territoire suisse. — 3° Enfin, on fait observer qu'il n'y a pas lieu, pour le moment, de songer à l'exécution du projet de la Faucille, tant que les projets de percée du Mont Blanc ou du Petit Saint-Bernard resteront à l'état de vagues idées. Quant à considérer la ligne de la Faucille comme une voie d'accès au tunnel du Simplon, il semble qu'il n'y ait nullement lieu, puisque la ligne Frasnè-Vallorbe-Lausanne est beaucoup plus courte et incomparablement moins chère. Si, cependant, un jour, la ligne de la Faucille venait à être établie, les négociateurs des nouvelles conventions ont tenu à prendre certaines garanties. En ce cas, la Suisse devrait raccorder entre elles les deux gares de Genève, actuellement séparées par le Rhône; assurer la circulation directe, sans entraves douanières, des trains français à travers le canton de Genève; enfin, partager également, entre le chemin de fer français de la rive Sud du Léman et le chemin de fer suisse de la rive Nord, le trafic provenant de la Faucille à destination du Simplon et réciproquement¹.

Résultats d'une enquête sur le tremblement de terre de Messine. — M^r MARIO BARATTA, chargé par le président de la Société de Géographie Italienne de l'étude précise du terrible phénomène séismique qui, le 28 décembre 1908, détruisit Messine et Reggio, vient de résumer les résultats de son enquête².

Un premier fait intéressant distingue, au point de vue scientifique, le tremblement de terre de Messine : c'est l'absence à peu près complète de chocs prémonitoires. Les appareils sismographiques, très sensibles, de Messine n'en ont révélé aucune trace, et rares ont été les localités où des chocs, d'ailleurs très faibles, ont précédé la grande secousse. On avait, au contraire, en 1895 et en 1903, constaté, en Calabre, des secousses pouvant servir d'avertissement, et l'on sait que c'est le cas habituel.

En général, la zone la plus dévastée concorde, de saisissante manière, avec les massifs de gneiss et de micaschiste qui forment l'Aspromonte de Calabre et les monts Péloritains en Sicile³; elle y suit une ligne qui englobe les localités suivantes : Palmi, San Procopio, Santa Eufemia, Solano, Santo Stefano d'Aspromonte, Cardeto et Pellaro; sur le versant tyrrhénien, cette ligne de dévastation maxima se continue le long d'un éperon cristallin qui aboutit presque à l'embouchure du Petrace et au delà duquel cessent les formations cristallines. Cet éperon forme la corniche occidentale de la zone ondulée située à gauche du Marro, région horriblement dévastée en 1783 et qui, cette fois, a beaucoup moins souffert. En Sicile, seul le versant oriental des monts Péloritains a été très éprouvé. Encore constate-t-on des différences singulières et inexplicables dans les effets du tremblement de terre sur des localités parfois très rapprochées : ainsi, à l'extrémité de la péninsule, Pezzo, situé entre deux localités détruites de fond en comble, Villa San Giovanni et Cannitello, a subi peu de dégâts; de même, dans les

1. *Journal des Débats*, 9 décembre 1909.

2. MARIO BARATTA, *Alcuni risultati ottenuti dallo studio del terremoto Calabro-Messinese del 28 dicembre 1908...* (*Boll. Soc. Geog. Ital.*, ser. IV, X, nov. 1909, p. 1218-1224, 1 fig. croquis).

3. Voir : M. GIÉNOUX, *La Calabre* (*Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 141 et suiv.).

environs immédiats de Messine, le village de Contemplazione au regard des faubourgs de Paradiso et de Annunziata.

Si l'on fait exception pour Messine et Reggio, où le nombre des victimes est inconnu, la mortalité a été un peu plus élevée en Calabre qu'en Sicile; pourtant, presque partout elle est restée inférieure à 10 p. 100; le maximum a été atteint à Cannitello : près de 44 p. 100. Le tremblement de terre de 1783 avait été incomparablement plus meurtrier.

Il y a lieu de rester surpris de la faible étendue de l'aire de propagation de cette secousse, dont les effets locaux ont été si terribles; si le choc s'est fait sentir en Italie jusqu'aux provinces de Naples et de Salerne, il a cessé d'être dévastateur dès la province de Catanzaro, et, dans la province de Trapani, à l'extrémité de la Sicile, il cessa même d'être sensible aux personnes. Il est à noter que les secousses ont été beaucoup plus désastreuses sur certains points connus comme foyers d'anciens séismes : les environs de Monteleone (séisme de 1905); la Piana, où prit naissance la première des secousses de 1783; les environs de Ferruzzano (1907); enfin, les foyers connus de Mineo, d'Acireale et de Syracuse.

La secousse destructrice a été de très longue durée : 30 secondes environ; elle a comporté trois temps de pause. La composante verticale a été, sans nul doute, très élevée, et les mouvements horizontaux successifs présentaient de rapides changements de direction, donnant l'impression d'un véritable mouvement de torsion. Cette secousse, survenue à 5 h. 24 m. du matin, a été suivie pendant plusieurs heures de mouvements séismiques continus, précédés ou accompagnés de sourdes détonations.

Une autre conséquence de la secousse a été, quelques minutes après, une agitation violente de la mer, caractérisée par un fracas assourdissant. Après s'être retirées un instant, les eaux revinrent en plusieurs grandes vagues, qui balayèrent surtout les rivages de Pellaro et San Lazzaro en Calabre, de Riposto et Paradiso en Sicile. Ce raz de marée a été enregistré jusqu'à Naples, Civita Vecchia et même par les marégraphes de la lagune de Venise. Les câbles télégraphiques et téléphoniques du détroit avaient été rompus.

Comme à San Francisco, à Valparaiso et ailleurs, les dégâts ont été plus considérables sur les zones de sables, de graviers et d'alluvions récentes. Les régions de calcaires à *Lithothamnium* et les roches cristallines ont été plus épargnées. Le désastre a été, en outre, amplifié par le mauvais choix des matériaux et des méthodes de construction; le rôle préparatoire des séismes de 1894, 1905 et 1907 n'est pas non plus à négliger. Il y a de quoi rester frappé des faibles effets géologiques visibles laissés par ce tremblement de terre, qui, à cet égard surtout, ne saurait se comparer au grand phénomène de 1783, dont l'empreinte sur le sol calabrais avait été si profonde. On ne signale, d'ailleurs, que quelques légers changements dans la ligne du rivage.

L'émigration anglaise. — M^r RENÉ GONNARD vient d'étudier, dans un récent article, quelques caractères nouveaux de l'émigration anglaise¹. Après une période de déclin assez prolongée, qui a duré de 1890 à 1901,

1. RENÉ GONNARD, *L'émigration britannique depuis trente ans* (Questions diplomatiques et coloniales), XXVII, 1905, p. 336-343.

cette émigration a repris un vigoureux essor dans la dernière décade. En défalquant des chiffres généraux les cas de retour dans la métropole, voici le nombre des émigrants définitifs de 1902 à 1907 : 1902, 401 500; 1903, 447 000; 1904, 427 000; 1905, 439 000; 1906, 494 700; 1907, 235 000. Dans la composition de l'émigration britannique au départ, on note un fléchissement croissant de l'émigration irlandaise. Il semble que l'Irlande, épuisée par le dépeuplement qui l'affecte depuis un demi-siècle, n'ait plus de sang à déverser au delà des mers. Par contre, l'émigration écossaise, qui n'était que de 41 000 en 1878, s'est développée graduellement et a fini par équilibrer l'émigration irlandaise : en 1907, 66 000 Écossais contre 64 000 Irlandais. Ce contingent imposant d'émigrants britanniques se répartit à peu près par parts égales aux États-Unis et au Canada :

	États-Unis.	Canada.
1904. . .	66 800	51 000
1905. . .	61 000	62 000
1906. . .	86 000	91 000
1907. . .	100 000	117 000

Mais, des grandes dépendances autonomes de l'Angleterre, seul le Canada voit renforcer son caractère anglo-saxon par un afflux constant et abondant de sang britannique. En Australie, pendant quinze ans, l'émigration avait été presque entièrement tarie; elle n'était, en 1904, que de 5 240; mais les dernières années marquent une tendance au relèvement, car les Australiens, effrayés des progrès de la Chine et du Japon, sentent quelle faute ils ont commise en entravant l'immigration et se remettent à la favoriser. Aussi, en 1906, a-t-on relevé 9 900 immigrants britanniques; en 1907, 13 900. La situation de l'Afrique du Sud est pire encore : le contingent d'émigrants fomenté par la colonisation officielle, immédiatement après la guerre du Transvaal, s'était élevé à 20 000 en 1902, à 28 000 en 1903. Mais la terrible crise qui, depuis plusieurs années, éprouve l'Afrique du Sud a réduit ces chiffres à néant et a même déterminé un déficit dans les dernières années : l'Afrique Australe a perdu 3 160 hab. par émigration en 1906 et 4 787 en 1907. Ce fait, joint à la fécondité du peuple boer, mérite d'être médité, lorsqu'on envisage les grands avantages politiques récemment conférés par l'Angleterre aux Boers et la constitution, aujourd'hui fait accompli, de l'Union sud-africaine¹. L'attitude nouvelle de l'Angleterre ne s'explique pas par un pur sentiment de générosité. — Le reste de l'Empire britannique ne reçoit pas plus de 10 000 émigrants en tout.

ASIE

Le cotonnier dans l'île de Ceylan. — L'île de Ceylan est la terre par excellence des transformations rapides dans les cultures coloniales. Après avoir longtemps fourni à ses anciens maîtres portugais et hollandais des épices et mérité le nom d'île de la Cannelle, elle subit une première transformation dans la première moitié du XIX^e siècle. En 1825, le gouverneur, Sir EDWARD BARNES, créa le premier une plantation de café dans les terres hautes, dans le voisinage de Pêradénia. Son exemple fut bientôt suivi : les

1. Voir *Annales de Géographie*, XVIII, 1909

forêts centrales furent défrichées, et, depuis 1845, Ceylan se classa parmi les grands producteurs de café du monde, immédiatement après le Brésil et Java. Mais, à partir de 1870, diverses maladies, surtout le champignon microscopique *Hemileia vastatrix*, dévastèrent les plantations. Les planteurs se tournèrent alors vers le thé et l'écorce de quinquina; dans cette concurrence, le thé fut vainqueur, et c'est encore lui qui domine aujourd'hui l'exportation, dont il constitue plus de la moitié: 123 millions de fr. (73 millions et demi de roupies, valant actuellement 4 fr. 68) en 1908, sur 216.

Cependant, depuis 1900, divers déboires causés par la surproduction ont amené les colons à chercher une autre source de profits; ils ont cru la trouver dans la plantation de l'*Hevea brasiliensis*, réputé pour produire le meilleur caoutchouc connu, dit caoutchouc de Para. Ainsi s'explique que, à l'exportation de 1908, le caoutchouc figure pour le chiffre, d'ailleurs encore modeste, de 6 millions de fr. environ. Mais déjà le développement des plantations de caoutchouc semble subir un temps d'arrêt, et, par contre, on signale un mouvement croissant vers la culture du cotonnier. Le sol de l'île offre à cet arbuste, surtout dans les plaines presque désertes du Nord, des milliers d'hectares incultes, et le débouché est presque illimité. Il faut donc s'attendre à voir bientôt paraître le coton sur les statistiques commerciales de Ceylan¹.

AFRIQUE

Les montagnes du Haut Niger et du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, d'après M^r Auguste Chevalier. — Nous avons déjà signalé plusieurs fois les études méthodiques que poursuit la Mission scientifique de l'Afrique Occidentale française, dirigée par M^r AUG. CHEVALIER depuis 1905². Ces études peuvent être recommandées comme des modèles d'exploration scientifique, où, naturellement, la botanique tient la plus grande place, puisque M^r CHEVALIER est botaniste, mais où aucun des points de vue spéciaux de la géographie ne se trouve laissé dans l'ombre: levés topographiques, mesures d'altitudes, déterminations géologiques, établissements humains, cultures et routes commerciales. Plus encore que les précédentes, la campagne de 1909 intéresse notre science spéciale, car elle a porté sur les montagnes encore mystérieuses qui forment l'angle Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, au voisinage du Libéria.

D'abord, dans l'hiver de 1908-1909, M^r CHEVALIER, accompagné de son préparateur, M^r FLEURY, a visité en détail et levé la région des sources du Niger, pays de montagnes typique situé entre 9°30' et 10°30' lat. N et entre 11° et 14° long. W Paris³. Le Kouranko, — ainsi se nomme cette contrée des sources du Dioliba haut Niger, — est resté, malgré les reconnaissances

1. Le commerce total de Ceylan a atteint 415 millions de fr. en 1908; il n'était, en 1902, que de 350 millions. Les principaux produits exportés sont: le thé, 123 millions de fr.; les divers produits du cocotier, 49 millions; la plombagine, 13 millions; la cannelle, 4 millions; le cacao, 4 millions et demi; la noix d'arec, 3 millions et demi; le caoutchouc, 6 millions de fr. (*Bull. Comité A. fr.*, IX, 1909, p. 322-323.)

2. *Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 280 et suiv.; XVII, 1908, p. 98 et suiv. — Voir également: AUGUSTE CHEVALIER, *Les hauts plateaux de Fouta Djallon* (*ibid.*, XVIII, 1909, p. 253-261).

3. AUGUSTE CHEVALIER, *La région des sources du Niger* Mission scientifique de l'Afrique Occidentale Française (*La Géographie*, XIX, 1909, p. 337-352, 1 fig. carte à 1: 500 000).

de ZWEIFEL et MOUSTIER, en 1879, de PASSAGA et LESCURE, en 1899, une des plus mal connues de notre domaine africain. Ce pays comporte deux divisions en contraste marqué : d'abord, une plaine unie, située au Nord de 9°30', et qu'arrose, presque à son origine, le Dioliba ; Tiro, situé dans cette plaine, à 70 km. de la source du fleuve, est déjà à moins de 380 m. d'altitude, et, 70 km. plus loin, Faranna est à 355 m. A Faranna, le Niger aurait à peu près la largeur de la Seine à Paris ; mais, immédiatement en aval de Faranna, il est barré par des rapides qui empêchent la flottille du moyen Niger de remonter au delà de Kouroussa.

La région située au Sud de 9°30', et d'où sortent les deux rivières originelles du Dioliba, le Fali-Ko et le Timbi-Ko, — celle-ci la plus importante, — est, au contraire, extrêmement montagneuse ; elle constitue un chaos de mamelons granitiques, rappelant les « kagas » du haut Chari, et forme le canton du Koulo ; c'est un des pays les plus tourmentés de l'Afrique ; il faudrait des mois à un topographe expérimenté pour le cartographier en détail. Le Niger naît entre les villages de Soucourala, situé en Sierra Leone, à 802 m. d'altitude, et de Farakoro, en territoire français, à 634 m. La source se trouverait à 745 m., chiffre obtenu par des observations répétées pendant trois jours et faites au baromètre Fortin. M^r CHEVALIER la croit exacte, à 2 ou 3 m. près. ZWEIFEL et MOUSTIER avaient trouvé 850 m., et PASSAGA 940 m. Trois cuvettes successives, larges de 1^m,50 environ, étagées de 1 m. les unes au-dessus des autres et espacées chacune d'une dizaine de mètres, forment alternativement la source suivant la saison. Presque aussitôt après sa source, le Timbi-Ko s'encaisse dans une large vallée que surplombent de plusieurs centaines de mètres quelques sombres dômes de granite : les plus élevés que MM^{rs} CHEVALIER et FLEURY aient mesurés d'une façon précise sont le Taforo (1 087 m.), sans doute le point culminant de la région, le Soulou (974 m.) et le Konaba (980 m.). Ces pics en pain de sucre, ou kagas, se prolongent au loin vers l'Est et se relieut aux montagnes du Kissi ; leur enchaînement forme la ligne de partage entre les eaux du Niger et les rivières du Libéria ; mais, comme dans le Fouta Djalon¹, il semble que le terrain s'abaisse beaucoup plus rapidement sur le versant tourné vers la mer que sur le versant Nord.

La végétation a des aspects bien distincts suivant le relief et la structure géologique. La plaine unie de Faranna est une savane soudanaise typique, inondée pendant l'hivernage, occupée par des Graminées vivaces, de 2 à 3 m. de haut, et très apte à l'établissement de vastes rizières. Les plateaux et collines peu élevés sont couverts par la « brousse », composée de buissons, plus ou moins épars ou groupés, et formant parfois des « soutons », ou fourrés denses. Cette brousse est souvent interrompue par des tables de grès et de conglomérats ferrugineux dénudés, ou « baouals », semblables à ceux du Fouta Djalon, bien que moins étendus. Ces tables rocheuses recèlent des abris et grottes autrefois habités et, sans doute, riches en vestiges préhistoriques. Sur leur surface sans herbe, poussent de rares buissons, entre autres la liane à caoutchouc du Soudan (*Landolphia Heudelotii*). Quant à la région des mamelons granitiques, son aspect est désolé : de rares arbres rabougris

1. Voir : AUGUSTE CHEVALIER, *Les hauts plateaux du Fouta Djalon* (Annales de Géographie, XVIII, 1909, fig. 1, p. 254).

et quelques touffes d'herbes y interrompent seuls les vastes étendues, dénudées, sans doute, par la pratique séculaire des feux de brousse chez les indigènes. La forêt n'apparaît plus guère que par lambeaux minuscules, au bord des cours d'eau, en galeries d'une composition très spéciale, dans les régions de sources, et surtout dans les profonds ravins séparant les divers mamelons entre eux. Ce sont alors des îlots laissés par la forêt équatoriale en voie de recul : « arbres gigantesques enlacés de lianes, ... palmiers grimpants, ... vieux troncs d'arbres garnis de fougères et d'orchidées épiphytes, ... sous-bois de zingibéracées »¹. Toutes les essences s'en retrouvent dans la forêt de la Côte d'Ivoire.

Les Kouranko, habitants de ce pays, sont des cultivateurs très laborieux et experts : leurs villages diffèrent beaucoup dans la plaine, où ils sont du type soudanien ordinaire, et dans la montagne, où ils sont perchés à flanc d'escarpement, parmi les éboulis de gros blocs de granite, et dissimulés dans des îlots de forêt vierge. Ces indigènes vivent surtout de riz, dont il existe de nombreuses variétés, tant riz d'eau que riz de montagne; et, comme dans le Fouta Djalon, ils utilisent aussi le « fonio », minuscule Graminée qui n'existe nulle part à l'état sauvage et dont l'aire est fort peu étendue. L'élevage des bœufs et des vaches existe, mais pourrait beaucoup se développer. Les grandes ressources commerciales sont le coton, le tabac, la noix de kola, dont la culture est pratiquée avec le plus grand soin, et qui alimentent un trafic actif avec les « dioulas » (commerçants ambulants) de Kouroussa et de Kankan. Les ressources forestières et arbustives ne sont pas négligeables : la région est une sorte de point de rencontre entre les espèces végétales de la forêt et celles du Soudan; les espèces typiques de chacune des deux régions, le karité d'une part, le *Funtumia elastica* de l'autre, y font défaut. Zone de transition, ce pays est propre à toutes sortes de cultures, mais il souffre encore de l'horrible dépeuplement causé par la chasse séculaire aux esclaves. Les Kouranko et les Kissi sont restés fétichistes; très attachés à leurs traditions, ils sont pourtant plus tolérants que les Soudanien musulmans. A l'heure actuelle, on assiste à la croissance rapide et à l'enrichissement de cette population.

M^r CHEVALIER a consacré tout le printemps de 1909 (du 18 février au commencement de juin) à explorer les territoires montagneux qui continuent vers le Sud-Est, jusqu'à la Sassandra, le faite des sources du Niger. Partant de Kissidougou, il traversa d'abord le pays des Tômas, suivant la ligne de partage des eaux qui, ici encore, est formée de mamelons granitiques de 800 à 1000 m.; il entra ensuite dans le pays de Beyla, chez les Konianké, vaste territoire dénudé constitué de plateaux de 500 à 700 m., prédestinés à l'élevage autant que les plateaux du Fouta Djalon et dominés de hauteurs habitables qui dépassent souvent 1000 m. Enfin, il pénétra dans la grande forêt et prit pour centre d'opérations le poste de Danané (Fort-Bittos), au cœur de la très primitive trilogie des Dans, ou Diolas. Passant par Boola, au pied d'un pic de diabase de 1048 m. qui marque de ce côté la limite de la forêt, il visita Lola et Nzô, en pays guerzé, au centre de la production des kolas, et il s'efforça de préciser nos connaissances sur les hauts reliefs qui viennent finir près de Nzô et qui, de toutes parts, se dressent

1. A. CHEVALIER. *La région des sources du Niger*, (La Géographie, XIX, 1909, p. 345).

comme une muraille inaccessible¹. Ces reliefs avaient été signalés pour la première fois par le lieutenant BLONDIEUX, sous le nom de Niénimba, — il convient de le rappeler ici, car M^r CHEVALIER paraît l'ignorer² et attribue la première indication de ces montagnes à D'OLLONE et à WOELFFEL, qui leur avaient attribué, sous le nom de Nimba, jusqu'à 2 000 et même 3 000 m. d'altitude. En 1903, le lieutenant LAURENT, dans une série de reconnaissances qu'il continua en 1906 et en 1907, crut devoir abaisser ces évaluations à « une altitude supérieure à 1 000 m. ». M^r CHEVALIER, le premier, a apporté des renseignements dûment contrôlés sur ce remarquable massif, digne de fixer l'attention autant à cause de sa structure géologique que de son relief exceptionnel.

Ces monts, appelés Naba en guéré, Nériba en mandé, Nonfa ou Nouba en diola, sont vraisemblablement la plus haute chaîne de l'Afrique Occidentale française. Leur haute falaise commence à partir de Nzò et, dominant la plaine de 1 000 à 1 200 m., s'allonge vers l'Ouest, sur une longueur de 30 km., approximativement, jusque dans le Libéria. Malgré la difficulté d'accès de l'arête, qui, au dire des indigènes, n'offrirait aucun col accessible, M^r FLEURY a pu accéder à la cime et mesurer une altitude de 1 644 m. Vers le milieu de l'arête, la hauteur tombe à 1 229 m.; du reste, il n'existe pas de crête continue; l'érosion a découpé le sommet de la montagne en une quantité de mamelons et de petits plateaux. Le massif est formé de schistes d'un brun pourpré, très ferrugineux, redressés à 45°, alignés, comme la chaîne, de l'Est à l'Ouest, et reposant sur un soubassement de gneiss. Il est haché, sur son flanc Sud, de profonds ravins envahis par des îlots de forêt exubérante, et d'où descendent des torrents, qui forment le Cavally ou qui vont grossir la rivière Nuon.

Enfin, au cœur même du bassin de la Sassandra, ou plutôt entre les affluents de tête de cette grande rivière et le Cavally, s'étend sur 150 km. un dernier massif, ou plutôt un chaos de massifs granitiques découpés par des vallées profondes. Leurs pics, aux sommets arrondis et dénudés, sont en nombre incalculable et atteignent de 800 à 1 400 m. d'altitude au moins (mont Momy). Les monts avoisinant Droupolé (Drouplé), auxquels WOELFFEL avait attribué 3 000 m., ne dépasseraient pas 1 000 à 1 100 m., à l'exception du mont Dou, qui atteint 1 339 m. Ces vastes massifs confus, auxquels M^r CHEVALIER donne plus de 6 000 kmq., n'offrent aucun alignement visible; ce qui les distingue, c'est la forme mamelonnée des principales protubérances et l'existence de nombreux dômes rappelant, ici encore, les kagas du centre africain. M^r CHEVALIER donne au massif entier le nom de massif des Dans, à cause du peuple qui l'habite. Il est entièrement granitique. La forêt-vierge, bien qu'en recul, l'enveloppe de toutes parts au Sud, à l'Ouest et au Sud-Est; il est rare qu'elle s'élève au-dessus de 600 à 700 m. Aussi tous les pointements de granite seraient-ils entièrement nus sans l'existence d'une Cypéracée spéciale, l'*Eriospora pilosa* Benth., qui transforme les parois, même très abruptes, en savanes; ses racines recouvrent la roche d'une véritable

1. AUGUSTE CHEVALIER, *Dans le nord de la Côte d'Ivoire (Mission scientifique de l'Afrique occidentale française) (18 février au 7 avril 1909) (La Géographie, XX, 1909, p. 25-29).*

2. MAURICE ZIMMERMANN, *Résultats des Missions BLONDIEUX et EYSSÉRIC dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire (Annales de Géographie, VIII, 1899, p. 230 et suiv.).*

couche de tourbe. Celle-ci, mêlée à des débris de roches, forme un sol sur lequel les Graminées du Soudan peuvent s'installer. Les sommets supérieurs du massif des Dans servent aussi d'habitat à quelques-unes des plantes caractéristiques de l'Afrique tropicale : l'Olivier d'Abyssinie, la Ronce du Fouta Djalon, la *Mesa lanceolata* du Cameroun, etc.

Le massif des Dans est très arrosé; c'est lui surtout qui, par une infinité de petits torrents, alimente les fortes rivières qui forment la Sassandra : la Zô, la Koué, la Mé. L'exploration de M^r CHEVALIER a eu pour effet de mettre en lumière l'importance non soupçonnée de la rivière Nuon, dont il a reconnu la source, et qui aboutirait au fleuve Cestos dans la Libéria. Au contraire, le Cavallay est dépossédé de l'importance qu'on lui attribuait et ne formerait sur tout son cours qu'une rivière modeste.

M^r CHEVALIER a fait une étude complète du peuple des Dans, ou Diolas, qui habitent ce massif et la plaine forestière qui l'entoure. Ceux de la plaine, qui sont anthropophages, peuvent être mis au rang des hommes les plus primitifs de l'Afrique; ceux de la montagne, au contraire, subissent depuis plus longtemps l'action des peuplades Mandés du Nord; leur état social est beaucoup plus avancé, leurs cultures sont plus soignées, et ils ont abandonné le cannibalisme. Ainsi l'action de la forêt sur les communautés humaines est ici nettement en opposition avec celle de la montagne, et, plus qu'elle, elle apparaît comme une cause de retard et d'infériorité. Les montagnards de la haute Sassandra ont eu à se défendre longtemps contre les razzias des chasseurs d'esclaves; aussi leurs villages sont-ils établis au sommet des mamelons de moyenne hauteur. Une autre peuplade de la même race, les Touras, qui habitent l'angle Nord-Est de la région, plus menacés que les autres, se sont même retranchés au sommet des pics les plus élevés et les plus inaccessibles. Leurs villages sont 500 à 600 m. au-dessus des vallées.

Tout ce pays est en voie de transformation, grâce à la paix actuelle et aux voies ferrées en construction. M^r CHEVALIER pense que le commerce des kolas et la production du caoutchouc y sont susceptibles d'un grand développement. Le massif des Dans est à peu près à égale distance (20 à 25 jours de marche) des points terminus des lignes ferrées de la Guinée et de la Côte d'Ivoire. Il propose une autre voie, qui irait du centre du massif jusqu'au port de Tabon, et qui, traversant la forêt dans sa plus grande largeur, permettrait l'exploitation de ses ressources. Enfin, il y aurait lieu d'étudier de plus près la navigabilité encore mal connue des rivières Bafing et Sassandra¹.

Ainsi se trouve définitivement établie, en Afrique Occidentale, l'existence d'une série ininterrompue de massifs de même nature, de relief analogue et en général adaptés à la vie pastorale, depuis les terrasses septentrionales du Fouta Djalon jusqu'à la Sassandra. Ils déterminent l'orientation de la côte, les tracés hydrographiques, et influent sur le climat de toute la région qui va de la Guinée Portugaise au cap des Palmes. Enfin, considération importante au point de vue colonial, ils constituent un sanatorium naturel dans l'Ouest Africain.

1. AUGUSTE CHEVALIER, *Les massifs montagneux du nord-ouest de la Côte d'Ivoire* (*La Géographie*, XX, 1909, p. 207-221).

RÉGIONS POLAIRES

Croisière du Duc d'Orléans dans l'Atlantique boréal en 1909. —

Le Duc d'ORLÉANS a mené à bien, entre les mois de juin et de septembre 1909, une troisième campagne arctique. Monté sur la « *Belgica* », comme auparavant, accompagné de MM^{rs} DE GERLACHE, le D^r RÉCAMIER et le peintre ED. MÉRITE! il s'était, en outre, adjoint le pilote suédois SVENDSEN et un équipage norvégien. La croisière s'est déroulée sur toute la largeur de l'Atlantique Nord, depuis la côte du Groenland jusqu'à la Terre François-Joseph. Bien qu'elle ait eu surtout pour objet la chasse, qui, d'ailleurs, devient de moins en moins fructueuse à cause des massacres immodérés et stupides auxquels se livrent les Norvégiens, les touristes et les sportsmen¹, elle a abouti à un important résultat océanographique. La « *Belgica* », abordant la côte orientale du Groenland à la hauteur du cap Hold with Hope, remonta vers le Nord, doubla le Wollaston Foreland et regagna la mer libre en suivant le 78° degré de latitude; elle eut la chance de compléter les sondages de 1903 sur le Banc de la Belgica et de les pousser jusqu'au delà du rebord du socle continental, qu'elle a donc réussi à fixer. Ce socle, comme celui de la Norvège, a son rebord extérieur aux abords de 350 m., c'est-à-dire beaucoup plus profondément situé que la plupart des socles (de 0 à 400 m. d'ordinaire). Il semble que ces socles profonds soient particuliers aux pays qui ont subi une grande glaciation récente. On constata, fait intéressant, que, le rebord du courant de glaces polaires coïncide, en gros, avec le rebord du socle continental. Un autre renseignement notable dû à l'expédition a été le double tracé de la position de la banquise entre Spitsberg et Terre François-Joseph et du retrait subi par elle au cours de l'été².

Expéditions au Groenland en 1909. — La côte Nord-Ouest du Groenland a fait l'objet, en 1909, d'un important concours d'études scientifiques de divers ordres. Dans la partie moyenne du littoral, M^r ARN. HEIM, de Zurich, accompagné du paléontologiste J. P. J. RAVN, a visité, en vue d'opérer des recherches sur les gisements de houille et de graphite, tout le pourtour de l'île Disko, le chenal du Vaigat et le flanc Sud de la presqu'île Nugsuak. Il fit, entre temps, l'ascension du plus haut sommet probable de cette péninsule, le Kingitoarsuk, évalué provisoirement à 2 450 m., ce qui le classe parmi les plus hauts sommets du Groenland, le plus élevé de ceux qui ont été jusqu'à présent gravis. Pénétrant ensuite dans le fjord d'Umanak, M^r HEIM put constater, dans les gites du Nord de la presqu'île

1. Nous avons qu'il nous est impossible de comprendre l'indifférence que montrent les nations civilisées devant ce gaspillage grossier et sans objet des ressources animales que présente encore le monde polaire. Chacun semble se résigner de gaieté de cœur à voir disparaître dans peu d'années toute cette faune de grands animaux : baleines et rorquals, morses, phoques, rennes, bœufs musqués, etc. Des expéditions se forment avec l'objet unique d'en tuer le plus possible : telle celle de l'architecte viennois KMEKKE au fjord François-Joseph (Groenland oriental), qui a tué 20 ours, 16 bœufs musqués, 7 *phoca barbata*, etc. A Tromsø, l'été dernier, selon le D^r RÉCAMIER, il y avait tant de peaux d'ours qu'on ne savait plus qu'en faire. Les Norvégiens qui hivernent au Spitsberg ne se contentent plus d'employer les pièges et les armes à feu; ils chassent l'ours et le renard à la strychnine. Les animaux se retirent pour mourir dans des lieux inaccessibles; une masse de gibier se perd ainsi. Cependant, sait-on au juste quel parti une exploitation rationnelle pourrait tirer de cette faune? Est-on fixé sur son rôle dans l'équilibre de la nature vivante? Il y a dans ces pratiques une insouciance digne de barbares.

2. Renseignements donnés par le D^r RÉCAMIER.

Nuzsuak, à Niakornat, Karsuarsuk et Kook, le rôle évident du métamorphisme de contact dans la genèse du graphite. Enfin, au cours d'une excursion vers le fond du fjord d'Umanak, à Ikerasak, M^r HEIM rencontra MM^{rs} STOLBERG, DE QUERVAIN, et BARLER. Tous ensemble gagnèrent en deux jours le glacier du grand Karajak, qu'ils soumièrent à un levé photogrammétrique, en prenant les mêmes points de repère que M^r DE DYGGALSKI en 1892-1893.

L'expédition STOLBERG, DE QUERVAIN et BARLER a d'abord, étudié, dans le district de Godthaab, la superposition des courants aériens jusqu'à une hauteur de 18 000 à 20 000 m. Des expériences simultanées avaient été organisées par le Gouvernement danois en Islande. On constata en cette saison la très faible épaisseur qu'affecte le vent superficiel venant de N; elle ne dépasse pas quelques centaines de mètres; au-dessus règne, jusque dans les plus hautes couches atmosphériques, un vent venant presque invariablement de S. On ignore naturellement encore si ce régime dure toute l'année ou est particulier à une saison. — L'expédition fit ensuite une excursion sur l'Inlandsis, pour y résoudre notamment la question de la limite des neiges. On partit du fjord de Sermitlet, aux abords du Karajak; la marche vers l'intérieur, qui dura trois semaines, amena les voyageurs jusqu'à une altitude de 1 700 m. La zone tourmentée et crevassée de l'Inlandsis atteint, en ces parages, une largeur de 30 km.; la limite des neiges se trouve aux abords de 1 000 m.

Enfin, M^r OTTO NORDENSKIÖLD, assisté du zoologiste H. SKOOG, s'est attaché, pendant l'été dernier, à explorer le district d'Holstenborg, où la bande littorale libre de glaciers atteint sa plus grande largeur. L'expédition s'avança vers l'Inlandsis en deux groupes et put dresser la carte de districts encore non visités. Mais M^r NORDENSKIÖLD a surtout fixé son attention sur le modelé topographique et ses rapports avec la glaciation actuelle ou passée. Il a conclu, de l'empreinte très profonde laissée par l'érosion subaérienne sur les montagnes qui bordent immédiatement l'Inlandsis, que, depuis de très longues périodes, la glace ne peut guère avoir poussé beaucoup plus loin vers la mer qu'aujourd'hui. Après un levé complet du fjord de Godthaab, M^r NORDENSKIÖLD visita, dans le Groenland méridional, la région entre Ivigtut et les mines de cuivre récemment découvertes d'Alangorsuak. Chemin faisant, M^r NORDENSKIÖLD s'est occupé de l'état social des Esquimaux ¹.

MAURICE ZIMMERMANN,
Chargé de cours de Géographie
à la Faculté des Lettres de Lyon.

¹ *Petermanns Mittheilungen*, LV, 1909, p. 276-277.

L'Éditeur-Gérant : MAX LECLERC.

ANNALES
DE
GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

LE DERNIER VOLUME

DE L' « ANTLITZ DER ERDE » D'EDUARD SUESS

EDUARD SUESS, *Das Antlitz der Erde. Dritter Band. Zweite Hälfte*. Schluss des Gesamtwerkes. Wien, F. Tempsky; Leipzig, G. Freytag, 1909. In-8, iv + 789 p., 33 fig. cartes et coupes; cartes en couleurs et phot., pl. xvii-xxi; 3 cartes en couleurs, sous bande; index (à part, 158 p. en 4 col.). 50 M.

La seconde moitié du tome troisième et dernier de l'œuvre magnifique d'Eduard Suess, *Das Antlitz der Erde*¹, vient de paraître, en langue allemande, à Vienne et à Leipzig. Tous les savants qui s'intéressent à la figure actuelle de la Terre ou aux vicissitudes que cette figure a traversées dans le cours des âges, géographes ou géologues, astronomes ou géodésiens, attendaient avec impatience la publication de ce dernier volume. Le tableau est terminé maintenant, et les traits par lesquels il s'achève ne dénotent, chez le puissant artiste, aucune fatigue. Voici bien, devant nous, la face terrestre, avec ses volcans et ses lignes de rivages, ses montagnes et ses mers, ses zones plissées et replissées, et ses régions depuis longtemps immobiles « comme des fleuves pris de glaces »; la voici, — telle que nous voyons la Lune quand elle est en pleine clarté, — débarrassée de son atmosphère et de son hydrosphère, avec ses abîmes océaniques, d'où

1. Les parties précédemment parues ont été traduites sous la direction de M^r EMM. DE MARGERIE : ED. SUESS, *La Face de la Terre (Das Antlitz der Erde), Tome I, Tome II, Tome III (1^{re} partie)*. Paris, Librairie Armand Colin, 1897-1902. — Voir X^e *Bibliographie géographique 1900*, n° 35; XI^e *Bibliographie 1901*, n° 96, et, sur la première partie du tome III, A. DE LAPPARENT (*Annales de Géographie*, XI, 1902, p. 451-456). — La traduction de la seconde partie du tome III est sous presse.

montent, comme des colonnes de toutes largeurs et de toutes formes, les continents et les îles ; la voici, enfin, enveloppée de nouveau de sa couverture liquide et gazeuse, et, dans cette sorte de « biosphère » qui l'entoure, et qui se déplace et se transforme sans cesse, promenant, au sein de l'espace muet et inanimé, les changeantes manifestations de la Vie. C'est une vision inoubliable.

Dans quelques mois, le nouveau volume sera traduit dans notre langue par les soins de M^r Emmanuel de Margerie et de ses collaborateurs ; et *La Face de la Terre*, édition française de *Das Antlitz der Erde*, sera achevée à son tour. Mais, en attendant cet achèvement de l'édition française, la direction des *Annales de Géographie* a désiré que le dernier livre d'Eduard Suess fût ici brièvement résumé et discuté, et elle m'a fait le très grand honneur de me demander cette difficile analyse et cette critique un peu redoutable. Si j'arrivais seulement à convaincre ceux qui me liront de l'immense intérêt que présente la lecture attentive du livre lui-même, et si, par surcroît, je gagnais à mon maître de Vienne quelques nouveaux disciples, ou tout au moins quelques nouveaux admirateurs, je croirais avoir justifié la confiance qui m'est faite, encore qu'elle me paraisse excessive aujourd'hui.

I

On se rappelle le plan général de *Das Antlitz der Erde*. Le premier tome, — dont l'édition allemande a commencé de paraître il y a vingt-six ans, — comprend deux parties : *Les mouvements actuels de la croûte extérieure du globe* et *Les montagnes*. Le deuxième est consacré tout entier à la troisième partie de l'œuvre : *Les mers*. Le troisième embrasse la quatrième partie, qui est l'étude détaillée, non seulement géographique, mais aussi géologique que possible, de *La face de la terre*. La première moitié de ce tome troisième, — dont l'édition française date de 1902, — est composée de neuf chapitres, où l'auteur décrit l'Asie tout entière et l'Europe du Nord. La deuxième moitié, celle qui vient de paraître, et par où l'œuvre se termine, est formée de dix-huit chapitres (chap. x-xxvii), où nous allons voir, d'abord, se dessiner le restant de l'Europe, l'Est de l'Amérique septentrionale, les chaînes du Nord de l'Afrique, le vieux continent laurentien, l'immense plateau africain et les chaînes du Cap, les chaînes d'îles de l'Océanie, les systèmes montagneux qui courent le long de la côte occidentale des deux Amériques ; et où nous trouverons, ensuite, des considérations générales sur les plissements, sur les profondeurs, sur la manière d'être et la répartition des volcans, sur la Lune et les récentes théories géologiques, enfin sur la Vie. Analysons ces dix-huit chapitres, en insistant un peu sur ceux qui touchent à l'Europe.

Pénétration des Altaïdes en Europe (chap. x). — L'Europe est intimement liée à l'Asie, et depuis les temps les plus reculés. Dans le Sud, la plate-forme russe, qui s'étend de la mer Glaciale à la mer d'Azov, et qui n'a pas été plissée depuis le Cambrien, apparaît comme un prolongement du faite primitif de l'Asie. L'Oural, qui les sépare, n'est, dans le faite originel, qu'un système de plis posthumes, parallèle et conforme à l'ancien plissement précambrien : et, sauf ce système de plis posthumes, tout l'ensemble du faite, depuis le Cambrien, est demeuré figé et n'a subi que des oscillations verticales. Au Sud de cette région figée, c'est toute une zone plissée, et plissée à plusieurs reprises, qui passe d'Asie en Europe. Si l'on appelle Altaïdes les chaînes asiatiques postérieures à l'époque cambrienne, c'est des Altaïdes que toute l'Asie, depuis le Sud de la Sibérie jusqu'au pied du versant méridional de l'Himalaya, est formée. Leurs vagues successives, toutes poussées vers le Sud, dessinent des lignes grossièrement parallèles, ou des arcs concentriques, convexes vers le Sud. Les arcs méridionaux, auxquels appartiennent les chaînes birmanes et l'Himalaya, se prolongent à l'Ouest par les montagnes de l'Asie Mineure (Taurides), puis, en Europe, par les chaînes de la Grèce, de la Dalmatie, de l'Illyrie, de la Vénétie, que l'on peut grouper sous le nom de Dinarides. Les arcs septentrionaux, issus de l'Altaï ou du Tian-chan, pénètrent en Europe par le Caucase, contournent par le Sud le horst d'Azov, et, par toutes les chaînes plissées de l'Europe centrale, courent vers l'Atlantique. Si l'on excepte la plate-forme russe, son annexe le bouclier baltique, le plateau de la Bohême et la région calédonienne de la Scandinavie et de la Grande-Bretagne, tout, en Europe, appartient aux Altaïdes.

Mais il y a une différence entre les Altaïdes d'Europe et les Altaïdes d'Asie. En Asie, les chaînes d'âge mésozoïque et les chaînes tertiaires se sont superposées aux chaînes antépermiennes et ont gardé les caractères généraux de celles-ci. En Europe, cela est encore vrai pour les Dinarides, prolongement de l'arc méridional de bordure ; les autres Altaïdes, celles qui prolongent le Caucase et s'épanouissent dans l'Europe centrale, se sont, après le Carbonifère supérieur, effondrées et ruinées, en laissant debout quelques horsts. Ces horsts ont constitué une sorte de cadre rigide à l'intérieur duquel se sont propagés, dans les aires affaissées, les plissements récents. C'est ainsi que la chaîne tertiaire qui va des Balkans à Gibraltar (Alpides) est une chaîne encadrée. Le bord Nord de son cadre est formé par les ruines de l'arc varisque et, plus loin, par la Meseta ibérique ; la plus grande partie de la Corse et de la Sardaigne est un fragment intérieur du même cadre, entouré de tous côtés par les plissements. Les Alpides sont des Altaïdes posthumes, surgies entre les ruines inébranlées des Altaïdes primitives. Les plissements du bassin anglo-parisien sont

d'autres Altaïdes posthumes à peine esquissées. Outre les Altaïdes, l'Europe centrale montre un autre élément asiatique : ce sont les fractures de la région hercynienne, dirigées NW ou WNW, qui paraissent prolonger en Allemagne les fractures de la Russie méridionale, dites « lignes de Karpinsky ».

Mais, dans le Nord de la Grande-Bretagne et dans l'Ouest de la Scandinavie, on voit les ruines d'une chaîne antédévonienne, les Calédonides, entièrement distincte des Altaïdes, et qui ne se rattache pas à l'Asie. Ces Calédonides sont poussées à l'Ouest sur un avant-pays cristallin, à peine visible aujourd'hui à cause de l'effondrement atlantique, et qui se reliait vraisemblablement à la Laurentia. Les Altaïdes varisques contiennent quelques éléments des Calédonides, ce qui permet d'attribuer à celles-ci une largeur et une importance comparables à celles des Altaïdes elles-mêmes.

Armorique et Altaïdes américaines (chap. XI). — La liaison, par dessous l'Atlantique, des plis paléozoïques de Terre-Neuve, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et des Appalaches aux plis paléozoïques de l'arc varisque-armoricain est une idée de Mareel Bertrand, énoncée dès 1887. Cette liaison paraît aujourd'hui certaine, tant s'accordent, dans les deux chaînes, l'euro-péenne et l'américaine, les caractères stratigraphiques et tectoniques : même âge de plissement ; mêmes discordances dans le détail ; même direction de poussée et même disposition générale des plis ; même succession des flores, depuis le Culm jusqu'au Rothliegend. Les Altaïdes armoricaines aboutissent à l'Atlantique, de la Dingle Bay (Sud-Ouest de l'Irlande) à La Rochelle, par une côte à rias. De l'autre côté de l'Atlantique, elles reparaisent à Terre-Neuve, dans une autre côte à rias qui fait face à la première. On les suit, dans les Appalaches, jusqu'à la vallée du Mississipi, et il semble que ce soit leur extrémité libre qui apparaisse, à l'Ouest du Mississipi, dans les Wichita Mountains et la Sierra Comanche de l'Oklahoma. Cette chaîne antépermienne avait, en Europe, la largeur de l'Himalaya. Son avant-pays, au Nord, était un continent dévonien, l'Éria des géologues canadiens, aujourd'hui entièrement ruiné et caché sous les eaux de l'Atlantique.

Altaïdes africaines (chap. XII). — Outre l'Atlas, qui est un prolongement de l'Apennin, et qui rentre ainsi dans les Altaïdes posthumes, les travaux des géologues français ont établi l'existence, dans le Nord-Ouest de l'Afrique, de deux anciennes chaînes : les Saharides et les Altaïdes africaines. Les Saharides, ce sont les plis du pays archéen situé à l'Ouest du grand plateau crétacé. Ces plis sont recouverts par du Dévonien horizontal, et peut-être par du Silurien supérieur horizontal. L'âge des Saharides serait donc analogue à celui des

Calédonides, ou un peu plus ancien. On les suit sur 20 degrés de latitude, du Tidikelt au Dahomey. Leur direction est S ou SSW.

Quant aux Altaïdes africaines, elles apparaissent dans le Nord du Maroc et vont, avec une direction S 20°W, à travers le Djebilet, le pays de Marrakech et le Haut Atlas, jusqu'au Sous. Elles se prolongent probablement en Mauritanie. D'autres plis de la même chaîne affleurent dans le Sud oranais. Ce sont de vraies Altaïdes, postdévoniennes et antépermiennes.

Les Alpes (chap. XIII et XIV). — Les Alpes sont une partie des Altaïdes posthumes, édifiées dans le cadre rigide formé par les ruines des Altaïdes antépermiennes. Du Spitsberg au Cap de Bonne-Espérance, ce cadre est le seul espace à l'intérieur duquel il y ait eu des plissements postpermiens d'intensité notable. Mais ce cadre s'ouvre vers l'Est et le Sud-Est. De la Crimée à Figui, une vaste région demeure ouverte, qui appartient d'abord à l'arc marginal des Dinarides, ensuite au Sahara.

Les Dinarides, fragment de l'édifice périphérique de l'Asie, ont pénétré vers le Nord-Ouest à l'intérieur du cadre alpin. Elles-mêmes sont plissées vers le Sud; elles ont donc gardé leurs caractères asiatiques. Pour les Alpes, le pays dinarique n'est pas un avant-pays immobile et passif (*Vorland*), à la façon des Altaïdes antépermiennes; c'est un arrière-pays en mouvement (*Rückland*). La limite des Alpes et des Dinarides (limite dinarique) est une ligne d'une extrême importance, aujourd'hui assez bien connue. Elle semble coïncider avec une zone de compressions et d'intrusions. Vers l'Ouest, avant de se cacher sous la plaine italienne, elle suit la bande de roches basiques d'Ivrée, et cette bande de roches basiques, où Ém. Argand voit la racine de la nappe de la Dent Blanche, est pour Suess un témoin de la « cicatrice limite », écrasée et injectée. Les « roches vertes » de cette cicatrice se continuent dans les Alpes, mais non dans les Dinarides.

Il y a, dans les Alpes mêmes, deux autres lignes fort importantes : celle qui sépare les Alpes orientales des Alpes occidentales, et qui est, en somme, le bord Ouest de la nappe austro-alpine, et celle qui, dans les Alpes occidentales, sépare les Alpes piémontaises des Alpes helvétiques. Cette dernière coïncide avec la « zone du Flysch » des géologues français. En France, elle sépare un pays généralement autochtone, où les plis ont une allure isoclinale, d'un pays où dominent les nappes, toutes charriées du Sud au Nord, ou de l'Est à l'Ouest. La zone du Mont Blanc appartient aux Alpes helvétiques; la zone du Briançonnais, avec l'éventail houiller, appartient aux Alpes piémontaises. Dans ces dernières, l'intensité du plissement a exagéré le métamorphisme, qui envahit, plus ou moins, les sédiments permiens et houillers, et même les sédiments mésozoïques (schistes lustrés,

Bündnerschiefer). Les Alpes piémontaises se poursuivent, en Corse, par les nappes de la région Nord-Est de l'île. La Corse occidentale et la plus grande partie de la Sardaigne sont des témoins d'une branche puissante des Altaïdes. L'île d'Elbe est un trait d'union entre les Alpes et l'Apennin. L'Apennin lui-même, où réapparaissent des terrains analogues à ceux des Alpes piémontaises, est poussé vers l'Est; G. Steinmann y voit une nappe, venue de l'Ouest et jetée sur les Dinarides.

Les Alpes orientales ont longtemps paru simples. C'était une simplicité trompeuse. On sait aujourd'hui qu'elles sont en grande partie formées de nappes. Sur les nappes helvétiques, bien visibles dans les Alpes suisses, viennent les nappes lépontiennes, dont la plus haute est la nappe des *pietre verdi* et des schistes lustrés : ces nappes lépontiennes sont caractérisées par un métamorphisme dynamique intense et par d'abondantes injections de « roches vertes », injections probablement liées au charriage. La nappe austro-alpine a recouvert tout cela; elle s'est étendue sur la plus grande partie de la zone centrale; c'est elle qui forme l'immense lambeau de recouvrement des Alpes calcaires du Nord, long de plus de 400 km.

Les Dinarides se sont certainement avancées sur les Alpes; mais, influencé par la considération de la « ceinture tonalitique », qu'il croit être en relation avec le charriage, influencé aussi par les caractères autochtones des Alpes de la Mur, Suess est porté à penser que cette avancée n'a pas été très grande. Il admet, par contre, que les Alpes se prolongent assez loin, au Sud, en profondeur, sous le pays dinarique.

Il y a, dans la nappe austro-alpine, deux immenses « fenêtres » : celle de l'Inn et celle des Tauern. Elles mettent à découvert, toutes deux, des nappes lépontiennes. Peut-être la fenêtre des Tauern est-elle légèrement ouverte au Sud-Ouest, et peut-être les bandes de marbre de la région de Laas, d'âge probablement mésozoïque, correspondent-elles à cette ouverture. En tout cas, cette fenêtre des Tauern sépare les deux moitiés, Nord et Sud, des Alpes orientales, et l'on constate entre elles de notables différences stratigraphiques.

Altaïdes posthumes (chap. xv). — Au Nord-Est, les Alpes se prolongent par les Karpates. Comme l'a dit M. Lugeon, et comme V. Uhlig l'a reconnu ensuite, les Karpates sont formées de nappes, à la façon des Alpes. On voit, à la base, une nappe de caractère helvétique. La zone haut-tatrique rappelle les Tauern; mais, dans le groupe des nappes lépontiennes, un nouveau terme s'est ajouté, les Piénines. La zone sub-tatrique est l'équivalent de la nappe des Alpes orientales.

Au Sud de la région alpine de la Corse, on peut reconstituer une chaîne, en partie granitique, qui devait courir à l'Ouest de l'Italie. L'Apennin est un fragment oriental de cette chaîne tyrrhénienne, ou une nappe qui en est sortie. Par rapport à ce rameau des Alpes, la

Calabre et le Nord-Est de la Sicile jouent un rôle analogue à celui du massif de Mouthoumet vis-à-vis des Pyrénées.

L'Atlas méditerranéen est la suite de la chaîne tyrrhénienne. Il est poussé au Sud vers le Sahara, comme l'Apennin est poussé vers les Dinarides. Ses plis tournent dans le Rif marocain et, par Gibraltar, se prolongent dans la Cordillère bétique. Les Baléares comprennent deux éléments différents : Majorque se rattache évidemment à la Cordillère bétique et semble être la terminaison des Alpides ; Minorque, où il y a du Dévonien, appartient à un autre système.

Les Pyrénées sont étroitement apparentées à la Provence : c'est, dans les unes et dans l'autre, le même système de plis et de nappes, localement dévié par le massif de Mouthoumet. Ce dernier massif est un fragment de la Montagne Noire, et par conséquent des Altaïdes, repris par le plissement postmésozoïque, et qui, tout en se plissant, a influencé l'orogénie pyrénéenne. Dans les Pyrénées, il y a deux mouvements en sens inverse : l'un au Nord, qui a donné la série des nappes de Léon Bertrand ; l'autre au Sud, signalé depuis longtemps, qui a donné des charriages de moindre amplitude. Les nappes charriées au Nord rappellent celles des Alpes, par la présence de bandes de marbres et par l'abondance des intrusions basiques. Pour Suess, les ophites, diorites, lherzolites, anorthosites, les unes affectant le Lias, les autres montant jusqu'au Gault, forment ici, comme dans toute l'Europe, le cortège des grands mouvements tectoniques.

Laurentia et îles du Nord (chap. xvi). — Tout au Nord de la Laurentia, dans la région boréale de l'Amérique, une chaîne plissée existe, postérieure au Trias, la Chaîne des États-Unis. Elle est poussée sur la Laurentia, qui lui sert d'avant-pays. C'est un arc asiatique, venu d'Asie par le pôle Nord.

La Laurentia est une immense région tabulaire, où l'on voit, sur de l'Archéen plissé, reposer du Cambrien horizontal, et qui, donc, depuis le Cambrien, a résisté à tout plissement. Elle comprend le bouclier canadien et toute la plaine entre les Montagnes Rocheuses et les Appalaches ; elle comprend aussi le Groenland. C'est, depuis le Cambrien, l'une des grandes unités de la face terrestre ; mais, antérieurement au Cambrien, elle se divisait en plusieurs systèmes différents, à en juger par la complexité des plis précambriens.

A cette région tabulaire se rattache le plateau submergé de l'Atlantique Nord, d'où surgissent, comme des horsts, le Spitsberg, l'Islande et beaucoup d'autres îles, et qui, limité à l'Est par les Caledonides, a pour prolongement la plaine de la Petchora. Cette table, dénivelée par des failles, semble être la couverture d'un immense réservoir basaltique, progressivement vidé au fur et à mesure que son couvercle s'abaissait, et vidé par une série d'événements graduelle-

ment éteints du Sud au Nord. Jan Mayen et l'Islande sont les seuls encore ouverts. Ce réservoir empiète, au Sud, sur l'arc calédonien.

Cassures africaines; Montagnes du Cap (chap. xvii). — Si l'on excepte la région Nord-Ouest, où courent les Altaïdes et les Saharaïdes, et la région du Cap, qui est environnée de plis, toute l'Afrique est tabulaire, et cette immense table se prolonge dans le Sud de l'Asie par la Syrie et le plateau de l'Hindoustan. Elle est fissurée de fentes presque rectilignes, à peu près N-S. Celles du Nyassa, du Tanganika, du Cameroun sont les plus connues. Elles forment des faisceaux parallèles, jalonnés par des volcans, éteints ou actifs. L'une d'elles se prolonge par la mer Morte et la vallée du Jourdain. Lorsqu'il y a, entre deux fentes parallèles, un long vousoir enfoncé, sa largeur est presque constante (entre 30 et 50 km.). Le « fossé rhénan », qui sépare les Vosges de la Forêt Noire, a tous les caractères d'une cassure africaine. Il y en a probablement d'autres dans l'Atlantique Nord; mais on n'en connaît aucun en Amérique, et, en Asie, il n'y en a pas un en dehors de la Syrie et de l'Hindoustan.

Dans la région du Cap, le plateau du Karrou sert d'avant-pays à une chaîne d'âge permien ou triasique qui l'entoure de trois côtés. Les prolongements de cette chaîne dans l'Atlantique et dans l'océan Indien sont encore inconnus.

Océanides (chap. xviii). — Toute l'Océanie, y compris l'Australie, forme un ensemble homogène. Ses îles s'ordonnent en arcs à peu près parallèles, et ce sont autant de lignes directrices de chaînes plissées récentes. La considération des lignes de hauts-fonds permet de séparer ces chaînes des chaînes asiatiques et de les distinguer entre elles. Les plus grandes profondeurs sont dans les « avant-fosses » (*Vortiefen*) qui marquent la limite du Vorland enfoncé et des plis poussés sur lui. Il y a quatre lignes d'avant-fosses, dont la première, passant à l'Est des Mariannes, détermine le bord de l'Asie. Les autres définissent trois arcs « australiens », qui vont de la Nouvelle-Guinée au Nord-Ouest de la Nouvelle-Zélande: des Carolines aux Fiji; des Tonga, par Kermadec, au Nord-Est de la Nouvelle-Zélande. La ligne volcanique ESE qui se termine par les Hawaï et quelques autres lignes d'atolls sont des traits différents qui s'ajoutent aux trois arcs australiens et dessinent avec eux, sur la surface des mers, comme la projection des lignes directrices du fond du Pacifique.

Pénétration des guirlandes insulaires en Amérique et fin des guirlandes insulaires (chap. xix et xx). — Ces deux chapitres ont trait aux rapports de l'Asie et de l'Amérique et à la naissance des chaînes occidentales de l'Amérique du Nord. Trois guirlandes insulaires, les

Okhotides, les Anadyrides, les Alaskides (celles-ci comprenant les Aléoutiennes), sont trois virgations venant de l'Asie, ouvertes vers le Sud ou l'Ouest, convergentes vers le Nord ou l'Est, convexes vers l'Est ou le Sud. Leurs volcans et leurs avant-fosses sont à l'Est ou au Sud, sur le côté pacifique. Tous leurs caractères les rattachent à l'Asie.

Mais les Alaskides se poursuivent en Amérique. La chaîne de Romantsov au Nord, la chaîne de l'Alaska au Centre, la chaîne de Kenai au Sud sont trois branches de la virgation alaskide. La branche Nord est plissée vers le Nord; les deux autres branches sont plissées vers le Pacifique. Si l'on marche vers l'Est, à travers l'Alaska, on voit la branche Nord se souder, en *Schaarung*, aux Rocheuses, et les deux autres se souder, de même, à la chaîne du Saint-Élie. Dans les Rocheuses, le plissement continue d'être vers le Nord, puis le Nord-Est, vers la Laurentia. Dans le Saint-Élie, il se dirige vers le Pacifique.

Les Rocheuses sont donc une chaîne asiatique. On les suit jusqu'au Sud-Est du plateau du Colorado, toujours poussées à l'Est sur le Vorland crétacé ou tertiaire, et souvent le chevauchant. La chaîne du Saint-Élie aboutit bientôt à la mer. Mais, entre les deux chaînes, sous les volcans de Wrangell, Suess voit naître et rapidement s'épanouir une nouvelle zone, qu'il appelle la Chaîne intermédiaire. Elle commence par une région effondrée; un peu plus loin, elle comprend la plus grande « cicatrice » du globe, un immense batholite de diorite quartzifère; ensuite, des terrains plissés suivant une direction NW (Ouralien, Permien, Trias), qui contrastent avec les gneiss et le Paléozoïque des Rocheuses; enfin, un peu partout, des volcans y sont installés. La Chaîne intermédiaire se poursuit dans l'Arizona, embrassée tout le Centre du Mexique et aboutit enfin à l'Atlantique.

Les Andes (chap. XXI et XXII). — La Sierra Madre mexicaine, elle-même à peine distincte de la Chaîne intermédiaire, appartient certainement aux Andes; mais c'est plus au Nord, dans les Coast Ranges californiennes, que commence la chaîne andine. Elle est continuée ensuite jusqu'au 68^e parallèle Sud. Les caractères de la Chaîne intermédiaire s'y retrouvent presque partout (Mésozoïque marin, volcans récents ou actuels, longs fossés d'effondrement, etc.).

On croyait autrefois que, d'une façon générale, les plis des Andes étaient poussés vers le Pacifique. C'est le contraire qui est la règle. Dans les Coast Ranges californiennes, les Sierras mexicaines, les Andes argentines, la poussée est très nettement vers l'Atlantique. On s'explique dès lors les deux avancées de la chaîne vers l'Orient : celle des Antilles Nord et celle des Antilles Sud. Les Antilles Nord, — les vraies Antilles, — appartiennent à l'Amérique méridionale. Elles sont les débris d'une Cordillère poussée vers l'Atlantique et ayant au Nord de son arc une ligne d'avant-fosses. Les Antilles Sud sont une guir-

lande d'îles allant du cap Horn à la Terre de Graham, par la Géorgie du Sud, les Shetland et les Sandwich du Sud. Cet arc immense est la deuxième avancée des Andes. Entre les deux avancées, la Brésilia a résisté à la poussée andine. Les Malouines se rattachent à cette Brésilia inébranlée. Les deux systèmes d'Antilles, et surtout les Antilles Nord, ont quelques caractères des guirlandes asiatiques. Les Andes sont probablement une répétition incomplète du plan de plissement de l'Asie, mais avec cette particularité inexplicquée d'une ligne de fosses profondes sur leur bord occidental, alors qu'elles-mêmes sont poussées vers l'Est.

Analyses (chap. xxiii). — La description de la face terrestre est terminée, et voici un chapitre synoptique. Il commence par un tableau prestigieux des neuf unités qui se partagent actuellement la lithosphère : 1° la Laurentia, y compris le champ de fractures de l'Atlantique Nord, les Hébrides occidentales et le liseré Ouest extrême de l'Écosse; 2° les Calédonides, chaîne antédévonienne SSW, ou plutôt système de chaînes, avec poussées inverses, d'un côté sur l'Atlantique, de l'autre sur le bouclier baltique; 3° l'édifice asiatique, ou eurasiatique, allant des îles Talau et Palau, à l'Est, jusqu'à l'Okla-homa, à l'Ouest, bordé partout au Sud par la Téthys, se prolongeant par l'Alaska et les Montagnes Rocheuses jusqu'au Sud-Est du plateau du Colorado, et contenant dans son sein plusieurs régions non plissées; 4° le massif de la Bohême; 5° la Terre du Gondwana, comprenant le Brésil et les Malouines, l'Afrique (de la Mauritanie aux montagnes du Cap), la Syrie, l'Arabie, l'Hindoustan, Ceylan, Madagascar, et accidentée par la chaîne des Sabarides et par de nombreuses cassures; 6° les montagnes du Cap, témoins très réduits d'un vaste système plissé; 7° l'Australie et les Océanides; 8° l'édifice andin, avec les Antilles Sud et Nord, prolongé au Sud jusqu'à la Terre de Graham; au Nord, par la Chaîne intermédiaire, jusqu'aux volcans de Wrangell; 9° l'Antarctide, qui se rattache probablement à l'Australie.

Viennent ensuite des considérations sur la différence de la *Kettung* et de la *Schaarung* (chaînes « croisées » et chaînes « confluentes »); sur le rôle tectonique des avant-fosses; sur les analogies du Pacifique avec l'Hindoustan et le Karron; enfin, sur le plissement en général et sur le rôle, dans les charriages, des « surfaces listriques » (failles plates en forme de pelle).

Profondeurs et Volcans (chap. xxiv et xxv). — Au-dessous de la stratosphère, il y a, dans les profondeurs, trois zones : l'extérieure, « salique » (silice et alumine); l'intermédiaire, « simique » (silice et magnésie); l'inférieure, « nifique » (fer et nickel). La stratosphère est faite elle-même aux dépens de la zone salique. Celle-ci est, sans doute,

très peu épaisse, puisqu'il vient au jour des roches simiques, et même nifiques, ou encore simiques avec chrome (crofesimiques). La plupart des météorites sont nifiques; quelques-unes, simiques; un très petit nombre, les tectites, sont des verres saliques.

De ces profondeurs de la terre, des gaz montent continuellement: ce sont les gaz « juvéniles ». L'hydrogène juvénile et l'oxygène atmosphérique donnent, en s'unissant, l'eau qui se dégage des volcans. Les eaux des océans sont nées des dégagements gazeux de la planète. Ces gaz, qui, rythmiquement, s'élèvent à travers la lithosphère, sont les véhicules de la chaleur interne; ils produisent la fusion de l'enveloppe simique ou salique qu'ils traversent. Ainsi se forment les batholites et, là où les gaz arrivent jusqu'au jour avec une température suffisante, les volcans eux-mêmes. Dans un volcan qui dure, la refusion des matériaux projetés les transforme peu à peu en roches holocristallines. Les laccolites sont des « injections passives » de magmas batholitiques, entre les strates sédimentaires. Le chapitre xxiv se termine par la discussion des rapports entre les « roches vertes » et les charriages.

Le chapitre xxv commence par l'étude des explosions gazeuses et, à ce propos, contient la description des « cheminées diamantifères » de l'Afrique australe, si extraordinairement nombreuses (plusieurs centaines), et d'un type si particulier. Puis l'auteur aborde la répartition des volcans dans les deux hémisphères, atlantique et pacifique, et il rappelle la curieuse observation de F. Becke sur la diversité des caractères chimiques des laves de ces deux hémisphères.

La Lune. Théories (chap. xxvi). — La considération de la Lune ne sert ici que d'entrée en matière. C'est de théories géogéniques qu'il s'agit. Aucune de ces théories n'est due à Suess. Il se borne à en faire la critique, et la conclusion de cette critique est que nous ne savons rien: rien sur la séparation de la Lune et de la Terre, ni sur les exorbitantes marées qui ont dû suivre cette séparation; rien sur la compensation isostatique; rien sur le problème de la contraction terrestre; rien sur les causes de l'évolution du relief; rien sur les causes des régressions et des transgressions. Nous ne sommes même pas capables d'expliquer le prodigieux contraste des deux côtés (pacifique et atlantique) de la Terre.

La Vie (chap. xxvii). — Viennent enfin, pour terminer le livre, quelques considérations sur la Vie. Elle est limitée dans l'espace et dans le temps; son origine nous échappe; le pourquoi et l'instant de son extinction nous échappent aussi. Entre les continents, où s'épanouit la vie terrestre, et les grands fonds, où se cache la vie abyssale, la zone littorale paraît être la commune mère-patrie de tous les organismes. Les milieux divers ont produit, peu à peu, des organes

différents; mais le processus de cette transformation est très mal connu. Comme exemple de l'influence des conditions d'existence sur la Vie, Suess nous conte l'histoire de la Caspienne depuis le Crétacé supérieur jusqu'à nos jours. Il traite ensuite de l'apparition des Mammifères placentaires, qu'il présente comme une conséquence des mouvements eustatiques. Puis il nous montre quatre grandes régions stables, qui ont subi moins de vicissitudes que les autres régions. Inébranlables aux plissements, elles n'ont supporté que les changements de climats et les transgressions marines momentanées. Ce sont les « asiles ». De ces asiles, dans l'intervalle des époques troublées, des colonies peuvent partir, pour repeupler le reste de la terre.

A l'origine, la mer s'est étendue sur toute la lithosphère : c'était la Panthalassé primitive. Puis cette mer unique s'est divisée : les continents ont gagné graduellement en hauteur; les océans se sont graduellement approfondis. On peut maintenant se demander, en observant les stades successifs, nettement visibles, de la contraction de la Lune, et en se rappelant que, dans les trois océans terrestres, la profondeur moyenne est à peu près la même, on peut se demander si la Terre ne tend pas vers un nouveau stade d'égalisation du relief. Ce serait le retour de la Panthalassé; et une fraction très importante de la Vie finirait ainsi, par la disparition des continents et des îles.

II

L'éloge d'Eduard Suess n'est plus à faire; et il suffit d'avoir parcouru, même distraitemment, l'analyse qui précède, pour demeurer émerveillé de l'érudition non pareille et de la clairvoyance géniale que suppose, chez son auteur, un pareil livre. En vérité, comme je le disais en commençant, il n'y a ici aucune trace de fatigue. Le dernier volume de *Das Antlitz der Erde* est digne des premiers; il les complète: souvent même il les corrige; il forme avec eux un tout parfaitement harmonieux. D'un bout à l'autre de l'ouvrage entier, c'est le même souffle puissant, la même faculté de voir les ensembles et de les peindre, le même style toujours jeune et qui passe sans effort du ton de la dialectique la plus serrée au mouvement le plus vif, et presque à l'emportement oratoire.

Il va sans dire, cependant, que, dans ce dernier volume, tout n'est pas de même valeur. La plupart des chapitres commandent une admiration à peu près sans réserve, et je citerai comme tels le chapitre de l'entrée des Altaïdes en Europe; ceux des Altaïdes américaines et des Altaïdes africaines, de la Laurentia et des îles du Nord; le chapitre des cassures de l'Afrique, celui de l'Australie et des Océanides, celui des avancées des Andes; le chapitre, enfin, intitulé *Analyses*, dont les premières pages sont extrêmement belles. Tout cela

se lit aisément, et même avec enthousiasme. Si l'on rencontre, chemin faisant, une légère tache, — et comment n'y en aurait-il pas? — elle passe quasi inaperçue, et très vite on l'oublie, tant elle est insignifiante en regard du magnifique enchaînement des faits et de la portée profonde des enseignements.

Quelques-uns des autres chapitres semblent moins parfaits : soit parce que, traitant de régions peu explorées encore, ils sont nécessairement plus vagues, plus imprécis, plus indécis, et donc moins intéressants, — tel le chapitre sur la pénétration des guirlandes insulaires en Amérique; — soit parce que l'auteur nous entraîne à sa suite, sans nous convaincre absolument, à la recherche de caractères un peu subtils et de distinctions un peu artificielles, — et c'est le cas de la Chaîne intermédiaire américaine, que Suess voit naître aux Monts Wrangell dans l'Alaska, et qu'il sépare, peut-être inutilement, des Montagnes Rocheuses, pour en faire une sorte de branche annonciatrice des Andes; — soit parce que nous y trouvons simplement un exposé des travaux déjà connus de divers géologues, et que nous sommes alors tentés de reprocher à Suess de nous abandonner à d'autres guides, au lieu de nous conduire lui-même et de nous parler son propre langage, — tels les trois chapitres sur les Alpes; — soit, enfin, parce qu'ils sortent de la manière habituelle de l'auteur, et du cercle, pourtant singulièrement vaste, de ses pensées familières, et que nous y rencontrons, à cause de cela, un peu d'obscurité et d'imprécision, — et c'est le cas des derniers chapitres. Peut-être l'impression que je traduis ici est-elle trompeuse. Peut-être les chapitres dont je viens de parler, et qui m'ont moins séduit que les autres, sont-ils tout aussi dignes d'admiration. C'est la postérité qui en jugera. Tout chapitre de ce livre est un monde : monde de faits, monde de pensées originales, monde d'intuitions et de visions. Quand Suess affirme, on est à peu près sûr qu'il ne se trompe pas; quand il est imprécis, c'est que la précision est, actuellement, impossible; quand il est obscur, c'est qu'il n'a pas encore compris, et qu'il trouve l'obscurité préférable à une clarté illusoire, créée de toutes pièces par son imagination.

J'exprimerai, pourtant, l'avis que les trois derniers chapitres (Volcans, Théories géogéniques, Vie) sont les moins intéressants du livre, les moins riches en idées neuves et personnelles. Très souvent, en les lisant, on croit lire un traité didactique, où l'auteur, pour être complet, expose des controverses variées dans lesquelles il est simple spectateur. J'eusse préféré que le livre s'achevât par le chapitre des Analyses, pourvu toutefois que ce chapitre, où il est beaucoup question de plissements, eût été complété par quelques pages sur les recouvrements et les charriages, ou encore qu'il s'achevât par le chapitre des Profondeurs (chap. xxiv), dont j'aime fort les pages relatives aux dégagements gazeux de la planète. Tout au moins regretté-je

que, parmi les théories géogéniques exposées dans le chapitre XXVI, Suess n'ait pas cru devoir faire une place à l'hypothèse tétraédrique, qui avait paru jadis si féconde à Michel-Lévy et à Marcel Bertrand, et qu'il n'ait presque pas parlé des « géosynclinaux », qui sont devenus, entre les mains de Émile Haug, des fils conducteurs si précieux dans le dédale des observations stratigraphiques, et qui paraissent être des facteurs si importants de l'orogénie.

De tous les chapitres du livre, ceux qui exciteront en France la plus vive curiosité, ceux que l'on attendait le plus impatientement, sont les deux chapitres relatifs aux Alpes proprement dites, prises de Vienne à Nice. Personne n'a, autant que Suess, le droit de parler des Alpes. Toutes nos conceptions à leur égard et presque toutes nos découvertes sont nées de ses idées à lui, telles qu'il les a, en 1873, exposées dans *Die Entstehung der Alpen*. C'est donc à lui que revenait l'honneur de dire le dernier mot, non pas sur la connaissance analytique des faits, mais sur la question de l'application de la théorie des grandes nappes à la synthèse structurale de la chaîne. Cette théorie est due, avant tout autre, à Marcel Bertrand; et Marcel Bertrand est, sans contredit, un disciple de Suess et n'aurait probablement jamais été, sans les livres de Suess, le géologue incomparable qu'il a été.

Voici, très franchement et complètement, sur ces deux chapitres des Alpes, ce que je pense.

Tout d'abord, rien d'essentiel n'y manque, rien, du moins, de ce que je considère comme essentiel. Sur la structure générale, l'auteur est d'accord avec nous. Dans un court résumé historique, il rend justice à l'école française, à l'école de Marcel Bertrand. Il admet toutes les découvertes de cette école, qui ont, depuis quelque huit ans, si profondément bouleversé la géologie alpine. Il admet les grandes nappes suisses, celles que Maurice Lugeon a si superbement déroulées, et aussi les nappes piémontaises, et même les nappes des Alpes orientales. Il accepte la « fenêtre » de l'Inn; on sait qu'il l'a acceptée dès 1904. Il accepte aussi la « fenêtre » des Tauern, ce qui entraîne immédiatement le charriage de la presque totalité de la *Centralzone*, et le transport, par-dessus elle, de toute la chaîne des Alpes calcaires septentrionales. Il place exactement où je l'ai placée moi-même la « limite dinarique », et il attribue à cette limite l'importance capitale que je lui donne et un rôle analogue à celui que je lui fais jouer. Pour Suess, comme pour moi, les Dinarides ont marché sur les Alpes, et la « limite dinarique » est l'affleurement de la surface suivant laquelle ce déplacement relatif s'est effectué.

Il n'y a de différence dans nos conceptions que sur deux points : l'amplitude du transport des Dinarides et les intrusions. Pour Suess, la « tonalite » s'est introduite, fondue, pendant le charriage, dans la zone plus ou moins épaisse qui, entre Alpes et Dinarides, s'écrasait.

Dès lors, la prétendue « ceinture tonalitique » nous renseigne sur l'amplitude du déplacement relatif; et l'on voit ainsi que les Dinarides n'ont pas dû dépasser beaucoup leur bord septentrional actuel. Suess considère comme invraisemblable qu'elles aient couvert les Alpes de la Mur. Tout à l'Ouest, il attribue également à une intrusion, dans la zone écrasée, pendant le charriage, les « roches vertes » d'Ivrée. On sait assez que, sur cette question des intrusions pendant le charriage, il a pris position depuis longtemps et n'a plus jamais varié. Il y revient encore longuement dans le chapitre xxiv, sans apporter, d'ailleurs, d'arguments nouveaux. Pour moi, au contraire, je suis convaincu de la passivité absolue des tonalites et des « roches vertes » : elles ont été entraînées dans les charriages, mais longtemps après leur mise en place et leur consolidation. Je suis convaincu aussi que les Dinarides, dans leur avancée sur les Alpes, ont largement dépassé le pays tonalitique, et je ne vois aucune raison de croire que les Alpes de la Mur soient restées inviolées, et que rien ne soit passé sur elles. Comme Suess accorde volontiers que le pays alpin se prolonge assez loin, vers le Sud, sous le pays dinarique, nos divergences ne sont pas très importantes. Encore une fois, nous sommes d'accord sur l'essentiel; et, dans son livre, tout l'essentiel est dit.

Mais j'ai été un peu étonné par la façon dont l'exposition des Alpes est faite, façon que je qualifierais volontiers d'embarassée et de timide. Cela pouvait être, cela devait être magnifique, cette synthèse de la chaîne alpine écrite, comme il sait écrire, par l'auteur de *Die Entstehung der Alpen*. L'unité absolue de structure, la continuité des nappes austro-alpines jusqu'au Rhätikon, des nappes lépontiennes depuis l'Orient des Tauern jusqu'en Corse, des nappes helvétiques ou des plis helvétiques tout le long du bord Nord de la chaîne; la continuité prodigieuse de certains faciès tout le long des Alpes, et, par exemple, du faciès des schistes lustrés, et, dans la même zone, des faciès du Trias; le métamorphisme régional relativement jeune cantonné dans les nappes lépontiennes, non pas parce que ces nappes ont été particulièrement écrasées, mais parce qu'elles sont issues d'un géosynclinal particulièrement profond; l'accord si impressionnant de la variation des faciès du Mésozoïque, de la superposition des nappes et de la succession, du Nord au Sud, de leurs racines : voilà ce que j'aurais voulu voir étalé en pleine lumière, magistralement exposé, dressé au-dessus de toute critique, comme il convient à un ensemble de connaissances définitivement acquis et d'une merveilleuse beauté. Au lieu de cela, la description est plus analytique que synthétique. Elle a, d'abord, pour objet les Alpes occidentales, et se complaît, peut-être plus que de raison, à des détails régionaux, comme l'éventail briançonnais et le pli de Glaris, qui ne sont plus, maintenant, que de bien petits détails. Elle passe ensuite aux Alpes

orientales, où l'embaras semble augmenter et où nous tombons quelquefois dans l'imprécision. Pourquoi deux moitiés dans les Alpes orientales, la moitié Nord et la moitié Sud, séparées par la « fenêtre » des Tauern et, plus à l'Ouest, par la bande des marbres de Laas? Pourquoi conférer aux Alpes de la Mur le privilège de l'autochtonie? L'auteur n'y tient sans doute pas beaucoup, puisque, sur sa carte en couleurs (pl. III), ces Alpes de la Mur sont réunies à la « nappe austro-alpine ». Pourquoi « nappe austro-alpine » au singulier, alors que nous savons, depuis longtemps, par Émile Haug, qu'il y a plusieurs nappes dans ce complexe? Pourquoi parler encore de métamorphisme dynamique à propos des nappes lépontiennes, comme si ces nappes avaient subi, pendant le charriage, des mouvements spéciaux, et comme si la preuve n'était pas faite, depuis sept ou huit ans, que, dans cette zone lépontienne, le métamorphisme, et aussi la mise en place des « roches vertes » ont précédé le charriage? Pourquoi, enfin, cette hésitation à déclarer que, dorénavant, nous y voyons clair, et que, s'il reste beaucoup de problèmes de détail à résoudre, la synthèse des Alpes, malgré tout, est faite?

Je crois bien que l'on trouverait la réponse à la plupart de ces questions, et surtout à la dernière, dans l'extraordinaire modestie et l'admirable bonté d'Eduard Suess. Il s'est dit, sans doute, que, n'ayant pas pris part aux controverses des six dernières années, il ne lui appartenait pas de conclure de façon vraiment explicite, et aussi que, en prenant trop nettement parti pour les défenseurs des grandes nappes, il courrait le risque d'attrister quelques amis. C'est à de tels sentiments, infiniment nobles et profondément respectables, que j'attribue ce que j'appelais tout à l'heure l'allure timide et embarrassée des deux chapitres sur les Alpes, allure qui contraste si étrangement avec le ton que prend le maître, quand il nous décrit les Apalaches, les Océanides et les Andes.

Quand j'aurai dit que je n'ai, en toute sincérité, pas d'autres réserves à faire, et que le livre tout entier mérite de vivre, et même certainement vivra, et d'une vie intense, tant qu'il y aura des géologues, j'aurai, me semble-t-il, fait du dernier volume de *Das Antlitz der Erde* le plus bel éloge que son auteur ait pu rêver.

PIERRE TERMIER,

Membre de l'Institut,

Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines.

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE

LA CRUE EXTRAORDINAIRE DE LA SEINE

EN JANVIER 1910¹

La Seine vient d'avoir à Paris une crue absolument exceptionnelle, on peut dire une crue séculaire. Le niveau maximum atteint au pont de la Tournelle, le vendredi 28 janvier 1910, de midi à minuit, 8^m,42, est le plus élevé depuis celui de 1658 (8^m,81)².

Les annonces de crues. — Les graphiques ci-joints (fig. 1-11) donnent les cotes journalières atteintes à 8 h. du matin, du 10 janvier au 5 février 1910, en un certain nombre de stations hydrométriques du bassin de la Seine, et l'indication des annonces faites avec leur date. On sait que les méthodes usuelles d'annonces ont toujours, au fond, pour bases la comparaison de la crue considérée avec des crues antérieures connues *en détail* pour la station d'annonces et certaines stations d'amont. Ces dernières crues étant toutes inférieures à la crue de janvier 1910 sur la Marne et sur la Seine, les annonces n'ont pu généralement être établies, dans la dernière période de la montée, que par des procédés de circonstance, qui ont permis, cependant, de donner à l'avance des indications utiles et, croyons-nous, assez précises.

Comparaison avec les crues antérieures. — Le tableau de la p. 116 permet de comparer, pour quelques stations, la crue de janvier 1910 et les crues antérieures les plus fortes connues³.

1. Pour tout ce qui concerne le régime hydrologique du bassin de la Seine, l'hydrométrie et l'annonce des crues, se reporter aux travaux suivants : GEORGES LEMOINE, *État actuel de nos connaissances sur l'hydrométrie du bassin de la Seine* (*Annales de Géographie*, II, 1892-1893, p. 27-45, 1 pl. carte hydrol. [à 1 : 1 000 000]); — EDMOND MAILLET, *Sur l'état actuel des services hydrométriques et d'annonces des crues en France* (XI^e Congrès international de navigation de St Pétersbourg, 1908, 10 p.); — *Supplément au Manuel hydrologique du bassin de la Seine*, par M. EDMOND MAILLET, sous la direction de MM. MAURICE LÉVY et FLAMANT et de M. NOUAILHAC-PIOCH. Paris, Impr. Nationale, 1909. In-4, VIII + 57 p., 1 pl. carte hydrol. à 1 : 1 250 000, 3 pl. graph.

[2. Le chiffre de 8^m,81 a été adopté par E. BELGRAND (*La Seine. Études hydrologiques...*, Paris, 1872, p. 300), d'après les recherches critiques de DEPARCIEUX, faites sur l'invitation de l'Académie des Sciences en 1764. On a remarqué qu'il ne concordait pas avec l'inscription gravée le long de l'échelle du pont de la Tournelle (rive droite), qui correspond à 8^m,25 environ. Nous n'avons pu trouver dans les documents imprimés aucune explication de cette discordance. (N. d. l. R.)]

3. Mentionnons encore, au pont de la Tournelle, les crues suivantes : 7^m,66 en février 1649; 7^m,83 en janvier 1651; 7^m,55 en 1690; 7^m,62 en 1711; 7^m,33 (?) en février 1764.

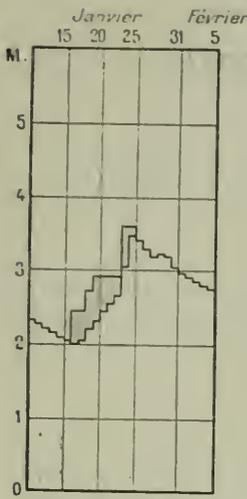


FIG. 1. — La Seine à Bray.

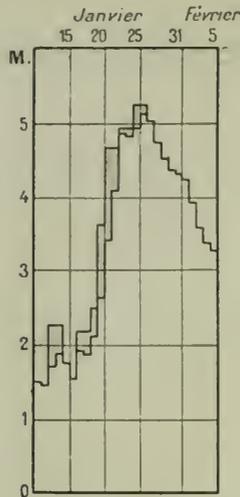


FIG. 2. — La Seine à Montreuil.

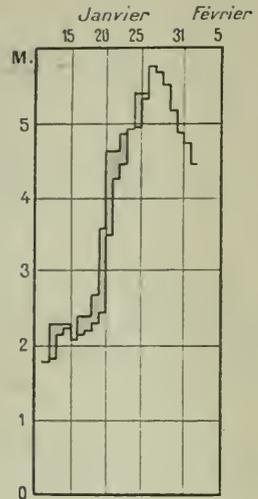


FIG. 3. — La Seine à Corbeil.

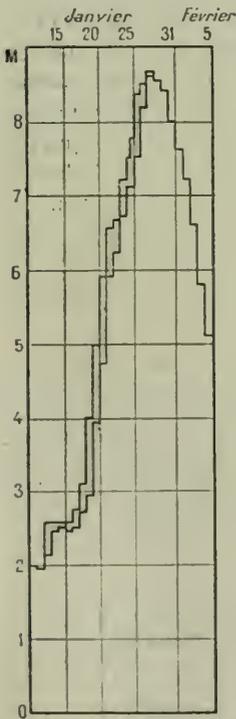


FIG. 4. — La Seine à Paris (pont d'Austerlitz).

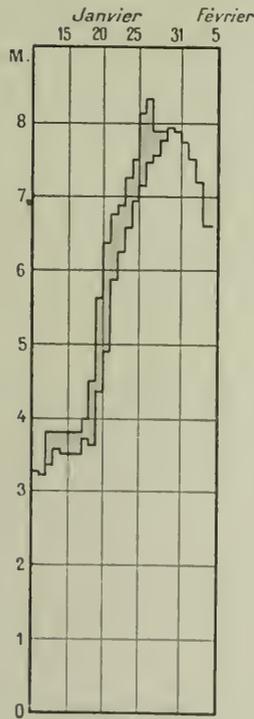


FIG. 5. — La Seine à Bezons.

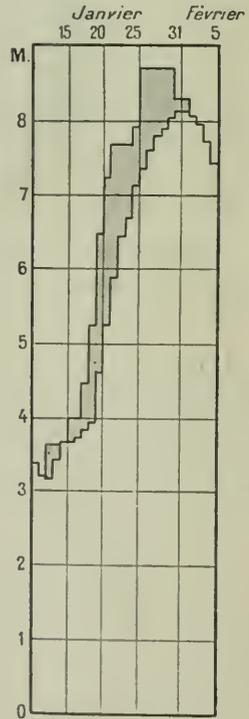


FIG. 6. — La Seine à Nantes.

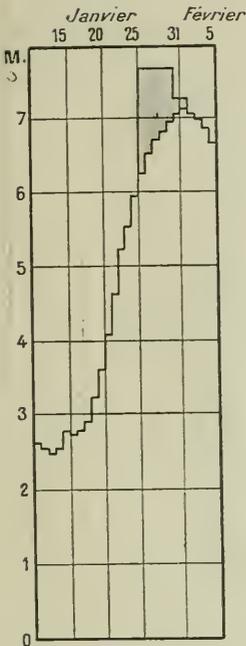


FIG. 7. — La Seine à Vernon.

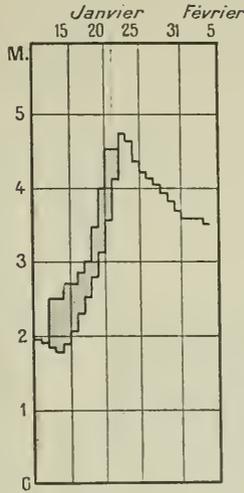


FIG. 8. — La Marne à Damery.

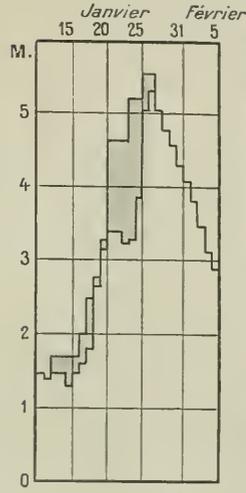


FIG. 9. — La Marne à Chalifert.

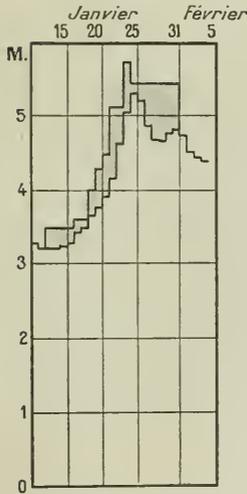


FIG. 10. — L'Oise à Venette.

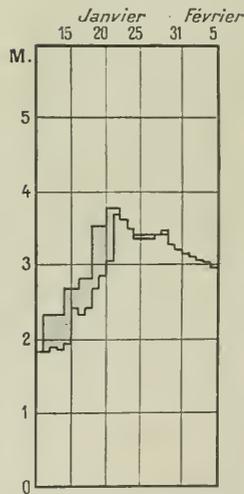


FIG. 11. — L'Aisne à Pontavert.

FIG. 1-11. — Crues de la Seine et de certains de ses affluents du 10 janvier au 5 février 1910.

N. B. — Ces diagrammes ont été construits par M^r GUÉPARD, conducteur des Ponts et Chaussées. — On a noté pour chaque jour de la période ascendante la cote du jour à 8 h. du matin et la cote que l'on pouvait prévoir le même jour vers 1 h. de l'après-midi pour une date ultérieure. Le trait inférieur indique la première; le trait supérieur indique la cote prévue. Par exemple, à Mantes (fig. 6), le 20 janvier, la cote à 8 h. du matin était 4^m.60, et la cote prévue le même jour à 1 h. de l'après-midi était 6^m.10, cote qui a été atteinte le 23. — Pour la période de décroissance, on n'a noté que les cotes réelles de chaque jour à 8 h. du matin.

RIVIÈRES.	STATIONS.	COTES des SUBMERSIONS.	COTES MAXIMA en centimètres et dates.		COTE MAXIMA en 1876.	COTE MAXIMA en 1910.
			Cm.	Cm.		
Seine . . .	Bray	180	301 (1850)	285	342	
			313 (1861)			
— . . .	Montereau	300	468 (1836)	435	511	
			468 (1866)			
— . . .	Melun	340	638 (1836)	492	640	
			527 (1866)			
— . . .	Paris (pont de la Tournelle).	402 ¹	881 (1658)	650	842	
			791 (1740)			
— . . .	Paris (pont d'Austerlitz) . . .	422	743 (1802)	669	862	
			640 (1836)			
— . . .	Bezons	480	624 (1883)	692	792	
			657 (1883)			
— . . .	Mantes	526	760 (1883)	769	813	
			898 (?) (1638)			
— . . .	Vernon	475	656 (1883)	665	711	
			590 (1784)			
Marne . . .	Chalifert	370	501 (1844)	442	526	
			458 (1784)			
Aisne . . .	Pontavert	250	387 (1882)	352	369	
			700 (1784)			
Oise . . .	Venette ²	425	599 (1882)	553	527	
			599 (1882)			

Ce tableau montre quelle gravité exceptionnelle ont atteinte les submersions et suffit à donner idée des conséquences désastreuses de la crue de janvier 1910. Nous n'insisterons pas, dans cette étude sommaire, sur ce sujet, nous contentant, à titre d'indication, de renvoyer au plan qui représente, d'après Belgrand³, les zones d'inondations de Paris en 1658, 1740 et 1802, et d'observer que la crue de janvier 1910 est intermédiaire entre celles de 1658 et de 1740.

La crue de l'Yonne a plutôt été inférieure dans la partie haute à

RIVIÈRES.	STATIONS.	COTES.		
		1836.	1866.	1910.
		Cm.	Cm.	Cm.
Yonne	Clamecy	386	316	260
Cousin	Avallon	340	250	270
Armançon	Aisy	331	375	365
Yonne	Sens	420	430	450

1. Pour les caves du port de Bercy (amont).

2. Sur la rive droite de l'Oise, en face de Compiègne. Tous les autres noms relevés dans ce tableau et les suivants se trouvent sur la carte des *Annales* citée plus haut (p. 113, note 1).

3. BELGRAND, *La Seine*..., pl. x, face à la p. 318.

celles de 1836 et de 1866, mais un peu plus forte à Sens, comme on le vérifie dans le tableau ci-dessus.

La crue de la haute Seine a atteint des niveaux inconnus jusqu'à ce jour :

RIVIÈRES.	STATIONS.	MAXIMUM CONNU avant 1910 et date.	SEPT. 1866.	MARS 1876.	DÉC. 1882- JANV. 1883.	OCT.-NOV. 1896.	FÉVR. 1897.	JANV. 1910.
Seine . .	Gomméville. .	182 (1836)	182	125	140	120	97	261
Ource.. .	Autricourt. . .	144 (1836)	144	132	130	138	120	165
Barse . .	La Guillotière.	190 (1873)	168	148	162	148	154	180
Seine . .	Nogent.	301 (1861)	292	»	292	290	282	334
— . . .	Bray.	313 (?) (1861)	»	285	291	287	279	342

La crue de la Marne est aussi une des plus importantes connues :

RIVIÈRES.	STATIONS.	MAXIMUM CONNU avant 1910 et date.	MARS 1876.	DÉC. 1882- JANV. 1883.	OCT.-NOV. 1896.	FÉVR. 1897.	JANV. 1910.
Marne.	Chaumont	194 (1840)	150	135	160	133	188
—	Saint-Dizier	423 (1882)	394	423	433	396	517
—	Damery	446 (1882)	426	446	414	406	463
—	Chalifert	390 (1784)	442	460	357	427	526
Grand Morin.	Pommeuse (près Coulommiers). . .	310 (1881)	290	255	290	298	292

Les crues de l'Aisne et de l'Oise sont importantes; mais, comme elles sont inférieures à la crue de 1882 d'après le premier des tableaux ci-dessus, nous croyons inutile d'entrer dans le détail.

On peut encore donner comme il suit un bref aperçu de l'importance de la crue, par comparaison avec les plus fortes crues des quatre-vingts dernières années.

Sur la haute Seine, en amont du confluent de l'Yonne, et sur la Marne, la crue est supérieure de 0^m,30, 0^m,60 ou même peut-être 1 m. en certains points, vers Saint-Dizier. Sur l'Yonne, comme sur la Seine entre Montereau et Paris, avant le confluent de la Marne, la crue est assez comparable à celle de 1836¹. Elle est supérieure, au

1. La crue du Loing à Nemours, en janvier 1910, paraît avoir été tout à fait extraordinaire.

contraire, dans la partie en amont de la traversée de Paris, d'environ 1^m,90 aux mêmes crues; à l'aval, et jusqu'au confluent de l'Oise, de 1 m., et, après ce confluent, d'une cinquantaine de centimètres seulement.

Finalement, il semble que la crue n'ait été réellement très supérieure aux plus fortes crues connues des quatre-vingts dernières années que, peut-être, dans certaines parties de la Marne et, sans aucun doute, sur la Seine, du confluent de la Marne au confluent de l'Oise, mais, principalement, à Paris même.

Les pluies et le mécanisme de la crue. — On sait¹ que, dans le bassin de la Seine, depuis 1874, les crues de saison froide (1^{er} novembre—1^{er} mai) d'au moins 5 m. au pont d'Austerlitz, à Paris, ont toujours été précédées d'une saison chaude dont le total des pluies est supérieur à la moyenne (371 mm. pour 120 stations environ et 29 ans). Cette sorte de loi s'est encore vérifiée en 1909-1910, puisque la moyenne des pluies de la saison chaude de 1909 a été de 435 mm. Un pareil chiffre méritait d'appeler l'attention, car il était le plus élevé depuis celui de la saison chaude 1896 (497 mm.), qui fut suivie de deux crues de plus de 5 m. au pont d'Austerlitz (5^m,30, le 1^{er} novembre 1896; 5^m,60, le 15 février 1897). Au surplus, de petites crues eurent lieu en juillet, septembre et octobre.

STATIONS.	PLUIES DE DÉC. 1909.		PLUIES DE JANVIER 1910.		13 FÉVRIER- 15 MARS 1876.	8 NOVEMBRE- 9 DÉCEMBRE 1883.	21 FÉV. 1882- 3 JANV. 1883
	28 nov.- 9 déc.	15- 31 déc.	Du 9 au 27.	Du 18 au 21.			
	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.			
Château-Chinon.	137	100	239	120	325	263	146
Les Settons.	191	115	353	199	719	494	352
Clamecy.	69	56	103	68	141	161	97
Avallon.	53	49	110	56	128	178	71
Auxerre (Ile brûlée).	56	49	167	92	183	162	63
Chanceaux.	34	44	171	103	254	211	137
Châtillon-sur-Seine.	46	47	143	83	156	200	72
Langres.	64	49	197	97	220	200	103
Chaumont (plateau).	68	79	154	79	230	270	146
Vassy.	54	65	128	57	228	221	89
Sainte-Menehould.	54	55	124	60	198	167	56
Montcornet.	50	48	84	23	»	195	92
Hirson.	54	56	52	46	214	188	103
Coulommiers.	47	61	99	45	»	175	56

1. E. MAILLET, *Sur les grandes crues de la saison froide dans les bassins de la Seine et de la Loire* (C. r. Ac. Sc., CXLII, 1906, p. 1411-1413); — *Id.*, *Les grandes crues de la saison froide...* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 8^e sér., XXIII, 1906, 3^e trim., p. 53-72).

Dès lors, suivant la terminologie de Belgrand, dans une bonne partie du bassin de la Seine, au 1^{er} novembre, le point de ruissellement pour les terrains imperméables, le point de saturation pour les terrains perméables étaient déjà à peu près atteints.

Mais il fallut encore des pluies (ou des neiges) abondantes en décembre et considérables en janvier pour amener la crue. Le tableau précédent donne des indications à cet égard, et en outre quelques renseignements analogues pour les grandes crues de mars 1876, décembre 1882 et janvier 1883.

La comparaison de ces totaux de pluie explique suffisamment que la crue de janvier 1910 ait été exceptionnelle; mais il semble plus difficile d'en conclure pourquoi elle a dépassé autant les trois autres crues. Une discussion plus détaillée, que nous n'avons pas eu le loisir de faire, serait, sans doute, nécessaire.

Quoi qu'il en soit, les pluies du 28 novembre au 9 décembre et du 15 au 31 décembre 1909 avaient déterminé en décembre des crues ordinaires déjà notables, atteignant, pour la Seine, au pont d'Austerlitz, à Paris, les cotes maxima de 3^m,10 le 7 et 3^m,45 le 31. La décroissance au même pont fut arrêtée à la cote 1^m,90 le 11, à cause de la nouvelle période de pluies et de neiges qui commença le 9 janvier 1910. Les torrents d'eau tombés du 18 au 21, pendant quatre jours, déterminent une crue exceptionnelle et presque subite de l'Yonne, du Loing et du Grand Morin, crues dont l'influence, qui se fait sentir, comme on sait, en trois ou quatre jours *au plus* à Paris, explique les montées si rapides de la Seine à Montereau et Paris du 18 au 22. En même temps se produisent des crues extraordinaires de la haute Seine et de la Marne; les maxima de ces dernières, à propagation plus lente, ne parviennent à Paris que les 27 et 28; elles y sont la cause tout à fait prédominante du maximum, le 28. Ce dernier est, en effet, nettement dû à la coïncidence de l'arrivée des maxima de la Marne et de la haute Seine et d'une seconde crue du Loing, soutenus par un mouvement modéré de la haute Yonne, qui a retardé la décrue de l'Yonne à Sens.

Après une baisse profonde de 4^m,12 au pont d'Austerlitz, la Seine a éprouvé une recrudescence depuis le 7 février, et deux nouveaux maxima atteignant à ce pont 5^m,43 le 12 février et 5^m,61 le 17. Après une deuxième décroissance, une troisième recrudescence a marqué la fin de février, et une troisième décroissance le début de mars.

Service hydrométrique du bassin de la Seine, 7 mars 1910.

F. NOUAILHAC-PIOCH,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

EDMOND MAILLET,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

LE RELIEF DU LIMOUSIN

(PHOTOGRAPHIES, PL. IV-XI)

A l'Ouest de l'Auvergne, le Massif Central s'étend en un large plateau disséqué par de nombreuses vallées. Des schistes cristallins, au milieu desquels affleurent çà et là, parfois en grandes masses, du granite et de la granulite, constituent cette région du Limousin et de la Marche; au Nord, à l'Ouest et au Sud, sur les roches cristallines s'appuient les roches sédimentaires du Bassin Parisien, du Seuil Poitevin et du Bassin Aquitainien. De ce plateau, qui va s'élevant vers l'Est, les rivières s'échappent en rayonnant vers tous les points de l'horizon: si nous en faisons le tour en commençant au Nord-Est, nous rencontrons ainsi le Sioulet, le Cher, la Creuse, la Gartempe, la Vienne, la Charente, la Tardoire, l'Isle, l'Auvézère, la Vézère, la Corrèze et la Dordogne.

Sur cet espace ainsi défini, nous voudrions analyser et classer les formes du terrain, reconstituer l'évolution du relief et attribuer à chacune des phases de cette évolution les formes qui paraissent lui revenir, enfin rechercher dans quelle mesure la structure et la nature du sol ont pu déterminer cette évolution¹.

I. — DE L'EXISTENCE DE DEUX ANCIENS CYCLES D'ÉROSION.

Observons d'abord la topographie du pays, sans descendre dans les vallées, et transportons-nous successivement en plusieurs points convenablement choisis. Si nous superposons ensuite nos observations, nous serons convaincus que, dans cette partie occidentale du Massif Central, il y a deux grandes familles et, pour ainsi dire, deux générations de formes.

Exposé des observations. — A²) De Bellac, sur le Vinçon, si l'on gagne vers le Sud le village de Blond, on traverse la vallée du Viucon à l'altitude de 480 m.; puis, gravissant le versant gauche de

1. Carte de l'État-Major et Carte géologique détaillée de la France à 1 : 80 000 : feuilles n° 143 (Poitiers), 144 (Aigurande), 145 (Monlluçon), 154 (Confolens), 155 (Guéret), 156 (Aubusson), 163 (Rochechouart), 164 (Limoges), 165 (Ussel), 172 (Périgueux), 173 (Tulle), 174 (Mauriac), 183 (Brive), 184 (Aurillac).

2. Feuille n° 154 (Confolens NE et SE).

cette vallée, on atteint, vers 285 m., un plateau qui, pendant plusieurs kilomètres, se tient aux environs de 290-300 m. : c'est une plate-forme de schistes cristallins à peine ondulée par quelques légers vallonnements, couverte de champs et de bois. Enfin, brusquement, aux approches de Blond, s'élèvent des sommets massifs aux formes arrondies, qui dépassent 500 m. (Pl. iv, A.)

Si, parvenus au sommet des Monts de Blond, nous jetons les yeux sur le panorama qui s'étend au Nord-Ouest, c'est une magnifique contre-épreuve de l'analyse précédente qui se déroule devant nous : au premier plan, à nos pieds, les pentes rapides du massif de Blond; puis, au delà, jusqu'à l'infini, une surface tellement plate que, le soir, à la nuit tombante, on croirait voir l'océan; l'œil n'y distingue pas les vallées qui s'y encaissent. Et même, dans un rapide tour d'horizon, on peut noter quelques autres traits qui ne seront pas perdus pour la suite de notre voyage : de ce haut observatoire, on aperçoit dans le Sud toutes les lignes du relief qui descendent lentement vers la Vienne. Au-dessus de cette régularité, surgissent quelques sommets insolites : le Mont Gargan, la Forêt des Cars, la Forêt de Vieillecour.

B¹) Entre le Taurion et la Gartempe (pl. iv, B) s'élèvent des sommets qui, par leurs contours arrondis, rappellent les Monts de Blond. Venant du Nord, la voie ferrée de Paris à Limoges traverse, avant d'arriver à Saint-Sulpice-Laurière, la vallée de la Gartempe qui coule à 290 m. ; puis, tandis qu'elle chemine à 380-400 m., sur une surface assez régulière, on voit tout l'horizon barré au Sud par les Monts d'Ambazac qui se dressent à plus de 600 m. Si, au contraire, nous venons du Sud vers Ambazac, nous atteignons successivement la vallée du Taurion, encaissée à 250 m., une plate-forme qui se tient à 380-400 m. et le massif d'Ambazac (600 m.). Nous obtenons donc, ici comme là, les deux mêmes éléments topographiques : d'abord des sommets massifs; ensuite, une plate-forme sur laquelle reposent ces massifs. Dans cette plate-forme sont creusées les vallées actuelles.

C²) Dans le bassin du haut Cher, entre Évaux et Chambon, on note une ceinture de hauteurs qui culminent à Toulx-Sainte-Croix, par 655 m. ; et, en deçà, une remarquable surface presque horizontale (environ 440 m.), dont l'uniformité contraste avec les gorges sauvages de la Voueize qui l'entaillent (la Voueize est à 340 m.). (Pl. iv, C.)

D³) Tout près de la Creuse, à l'Ouest de la station du Busseau-d'Ahun, on se trouve, par 470 m., sur une large plate-forme suivie par la route de Guéret et dominée, à l'Ouest, par les sommets déserts où se dresse le Signal de Maupuy (686 m.); la Creuse la traverse à

1. Feuille n° 133 (Guéret SW).

2. Feuilles n° 136 (Aubusson NE) et 145 (Montluçon SE).

3. Feuilles n° 136 (Aubusson NW) et 135 (Guéret NE).

330 m. Les deux éléments topographiques se rapprochent ici et se serrent l'un contre l'autre. (Pl. v, A.)

E¹) Aux environs de Chalus, quelques sommets isolés, Montbrun (448 m.), Puycornieux (495 m.), Forêt des Cars (546 m.), Forêt de Vieillecour (554 m.), dressent leur silhouette insolite au-dessus des plateaux uniformes qui s'inclinent lentement vers le Sud-Ouest (378-362 m.), séparés par les vallées de la Dronne, du Colis et de la Cole, qui coulent à environ 280 m.

F) Rapprochons-nous maintenant des parties les plus élevées du Limousin et de la Marche : elles forment, dans l'Est du pays, une masse de hautes terres auxquelles s'appliquent parfois les noms de plateau de Millevaches et de plateau de Gentioux. Tout autour de ce bastion, qui domine la région et qui donne naissance à presque toutes les grandes rivières, l'œil, une fois exercé, retrouve partout les deux mêmes séries de formes :

1^o Du Moustier-Ventadour, près d'Égletons², le regard qui se dirige au Nord s'arrête sur une ligne massive de sommets qui s'élèvent au-dessus de 800 m.; en deçà, s'étend une plate-forme régulière (650 m.), où s'enfonce le ravin de la Luzège (470 m.); et elle se continue en s'élevant un peu vers Ussel, suivie par la voie ferrée, traversée par les affluents de la Dordogne et dominée au Nord-Ouest par la masse noire du plateau de Millevaches. (Pl. v, B.)

2^o A l'Est d'Auzances³, près du village de la Carte-Jarrige, on découvre vers le Sud-Ouest les hauteurs de Mérinchal et de Saint-Bard (792 m.); elles s'élèvent au-dessus des plateaux du haut bassin du Cher (670 m.), à travers lesquels coulent les rivières (env. 540 m.).

3^o Au Sud-Est de Bourgneuf, près de Saint-Martin-Château, sur la Maulde⁴, on distingue nettement, dans le paysage, d'abord une multitude de sommets (650-700 m.), qui semblent être des témoins isolés des hautes terres; ensuite, entre ces sommets, des dépressions assez larges, dont le fond se trouve à environ 560 m.; la rivière a creusé son lit dans ce fond, à 480 m. Ici encore les deux groupes de formes se pressent l'un contre l'autre et se pénètrent. (Pl. v, C.)

4^o De Masseret, au Nord d'Uzerche⁵, sur la faite de partage entre la Vienne et la Vézère, on embrasse, quand on regarde à l'Est, un vaste panorama, où, sur de longues distances, on retrouve les deux mêmes topographies. Au Nord-Est, ce sont d'abord des sommets : Mont Gargan (731 m.), Forêt de Châteauneuf (600 m.); au Nord, des plateaux (480 à 500 m.), avec le village de la Porcherie; la Briance y

1. Feuille n° 163 (Rochechouart SE).

2. Feuille n° 174 (Mauriac NW).

3. Feuille n° 156 (Aubusson SE).

4. Feuille n° 164 (Limoges NE).

5. Feuilles n° 164 (Limoges SE) et 173 (Tulle NE).

coule à 380-360 m. Au Sud-Est, même juxtaposition de sommets (Monédières 700-900 m.) et de plateaux (470-480 m.); les vallées y descendent à 350 m.

5° Lorsque d'Uzerche on regarde vers l'amont de la Vézère¹, on voit dans le lointain la masse bosselée des Monédières (700-900 m.), reposant sur un socle de plateaux réguliers à 480-500 m.

6° Enfin, du village de Cornil², perché sur un versant de la vallée de

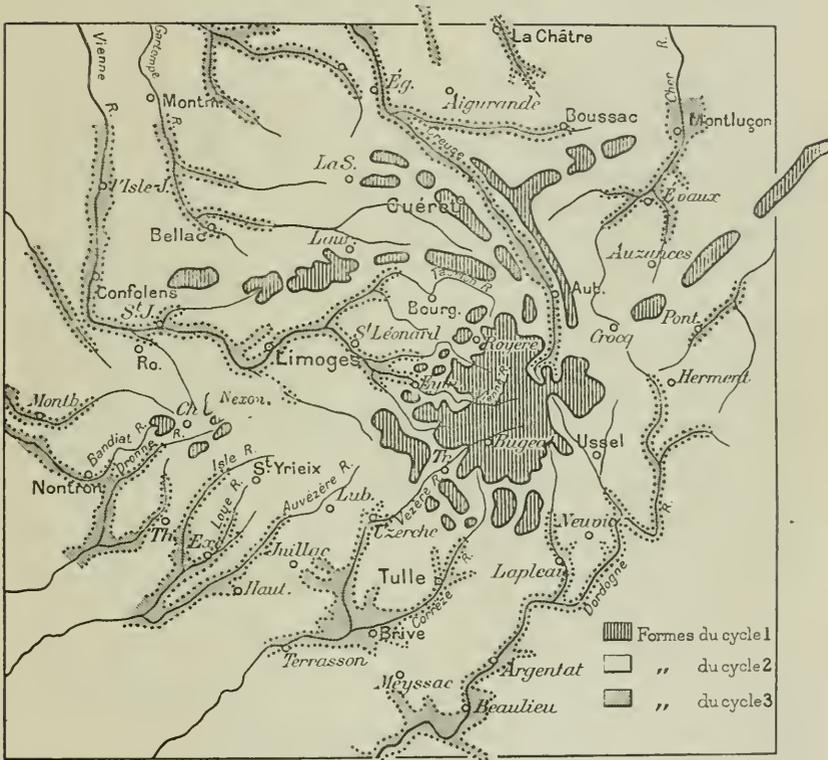


FIG. 1. — Répartition des formes topographiques dans le Limousin, à 1 : 2 000 000.

la Corrèze, au Sud-Ouest de Tulle, la vue qu'on obtient vers le Nord présente, plus saisissants et plus nets encore, les deux aspects qui nous sont devenus familiers : au fond, les Monédières, à plus de 800 m. ; en deçà, un plateau d'une horizontalité remarquable, à environ 480-500 m., où s'est creusée profondément la vallée de la Corrèze, qui coule ici à 170-160 m.

1. Feuille n° 173 (Tulle NE).

2. Feuille n° 173 (Tulle SE).

De ces observations concordantes, de cette analyse répétée en de nombreux points du Limousin, et que nous ne voulons pas prolonger, résulte l'existence de deux séries de formes topographiques (fig. 1) : les unes, largement arrondies, se présentant en massifs isolés ou bien en une masse de hautes terres, dominant toujours le paysage; les autres sont des plateaux réguliers, qui s'inclinent doucement suivant la direction des vallées. Nous pouvons les appeler : les unes, les hauts sommets; les autres, les plateaux limousins. Pénétrons au milieu d'elles pour analyser leurs caractères et décrire leur aspect.

Les hauts sommets. — Les hauts sommets se présentent sous trois aspects différents. Ce sont d'abord des hauteurs isolées, de forme souvent très hardie, ressemblant parfois à de larges cônes dont le sommet aurait été arrondi; on les voit parsemer toute la région accidentée qui, de Bourgneuf à Tulle, borde le haut massif (pl. vi, A). Fréquemment, ils portent des landes de bruyères; les châtaigneraies cessent sur leurs pentes inférieures; ailleurs, comme aux environs de Chalus, ils sont couverts de forêts, et c'est même par ce mot qu'on les désigne. Les hauts sommets forment aussi de véritables massifs, couronnés de landes, quelquefois de bois; sur leurs pentes s'accumulent parfois, en chaos pittoresques, les blocs rocheux qui proviennent de leur démolition; ainsi apparaissent les Monts de Blond, d'Ambazac, de Toulx-Sainte-Croix et de Bonssac, de Saint-Vaury et de Guéret (pl. v, A). Mais la masse la plus compacte et la plus élevée de hauts sommets se dresse, dans l'Est du Limousin et de la Marche, aux confins de l'Auvergne : ils constituent là une vaste surface rectangulaire, qui correspond presque exactement à ce que les paysans appellent la « Montagne », et dont les sommets se placent à peu près à Royère, Felletin, Égletons et Treignac. La voie ferrée de Tulle à Ussel longe son talus oriental; d'Eyrein, de Rosiers, d'Égletons, de Soudeilles, de Lapleau, de Meymac (pl. v, B), elle se marque sur le ciel par une ligne sombre de hauteurs boisées, de dômes arrondis.

A la surface de la Montagne, se déroule tout un paysage original : une topographie confuse, de larges bombements de terrain alternant avec des dépressions aussi larges et presque sans pente. Très souvent, par exemple le long de la route de Bonnefond à Bugeat, s'étendent d'immenses solitudes de bruyères; pas d'arbres; à peine, çà et là, en bordure du chemin, quelques hêtres rabougris qu'a penchés le vent; dans les fonds, des eaux presque stagnantes qui s'écoulent imperceptiblement, des tourbières; ces étendues infinies (pl. vi, B), contemplées le soir du haut d'un sommet, laissent dans l'âme une sensation inoubliable de grandeur et de tristesse; jusqu'à l'horizon, c'est une étrange et vague succession de lignes molles et de contours arrondis; toutes ces formes ont encore leurs sommets

estompés d'une vapeur d'un bleu sombre, mais elles paraissent surgir d'un océan de ténèbres qui aurait recouvert la lande.

La constitution et la répartition des hauts sommets présentent certaines particularités qui pourront, dans la suite, nous aider à expliquer leur genèse. Il arrive souvent qu'ils sont constitués par des roches plus dures (granulite surtout), qui affleurent au milieu des schistes cristallins : ainsi les Monts de Boussac, d'Ambazac et de Blond ; ainsi, surtout, la Montagne. Mais il faut remarquer que, d'autres fois, des roches plus dures ne donnent pas de reliefs et que certains reliefs ne correspondent pas à des roches dures. Ainsi, dans les environs de Confolens, d'Aigurande, de Nexon, d'Eyjeaux, de Lubersac, de Nontron, des affleurements de granite et de granulite passent inaperçus dans la topographie ; de même, la masse de granulite qui forme la Montagne au Nord-Est de la Corrèze ne donne plus que des plateaux au Sud-Est de cette rivière¹. D'autre part, tous les hauts sommets ne correspondent pas à l'apparition de roches plus consistantes : tels le Mont Gargan², les hauteurs des environs de Chalus et aussi le socle de schistes cristallins des Monts d'Auvergne. Nous pouvons donc déjà conclure que les différences de consistance des roches ne jouent pas un rôle capital dans la différenciation des reliefs du Limousin.

Il faut remarquer enfin que les hauts sommets ne sont pas partout à la même altitude. Dépassant 1000 m. dans le soubassement des volcans d'Auvergne, ils se tiennent entre 980 et 780 m. dans les plateaux de Millevaches et de Gentioux ; on note 731 m. au Mont Gargan, 701 m. au Puy de Sauvagnac, 505 m. dans les Monts de Blond ; 686 m. au Signal de Maupuy près de Guéret, 655 m. à Toulx-Sainte-Croix, 546 m. aux environs de Chalus. Donc les hauts sommets, comme l'ensemble du pays, diminuent d'altitude vers l'Ouest.

Les plateaux. — Autour des massifs et des hauts sommets se développe une tout autre topographie, caractérisée par des surfaces régulières, qui s'abaissent doucement dans la direction même des vallées. Dans ce pays vu de haut, on demeure frappé par la régularité des lignes du relief. Les directions du relief coïncident avec les directions de l'hydrographie. Chaque bassin est séparé du voisin par un plateau uniforme, dont la surface s'abaisse lentement vers l'aval. Il y a contraste entre cette allure décidée des lignes topographiques et le bossellement infini de la surface des hauts sommets. Si, du haut du Puy d'Allogne, au Sud de Treignac³, on regarde à l'Ouest le territoire drainé par la Vézère, l'Auvézère, la Loue, l'Isle et la Dronne, on aperçoit, jusqu'à l'horizon, une succession de crêtes parallèles, de

1. Feuilles n° 173 (*Tulle* SE) et 174 (*Mauriac* SW).

2. Feuille n° 164 (*Limoges* SE).

3. Feuille n° 173 (*Tulle* NE).

hauteur presque égale, se profilant les unes en arrière des autres sans accidents, sans inégalités. La même régularité s'observe partout, dès que d'un point élevé on peut dominer l'ensemble du plateau; partout ce plateau s'abaisse insensiblement, fidèle à la pente que suivent les rivières. (Pl. iv, B.)

Pour l'esprit, la résultante de ces observations, c'est que, si dans un bassin hydrographique on mène par les sommets de toutes ces crêtes un plan idéal, on obtient une surface uniforme, légèrement inclinée dans la direction même de l'hydrographie : en suivant, par exemple, les plateaux où s'encaisse la vallée de la Vézère, depuis Affieux (463 m.), près de Treignac, jusqu'à Saint-Bonnet-l'Enfantier (430 m.), au Sud de Vigeois, on ne descend que de 33 m. en 91 km. ; de même, le long de l'Auvézère, on note 468 m. vers l'amont, près de Montgibaud, et 413 m. vers l'aval, au Nord-Ouest de Juillac. De l'Est à l'Ouest la pente est aussi très faible : car, depuis le Lonzac jusqu'à Montbrun, près de Chalus, toutes les crêtes se tiennent uniformément vers 450 m. Un simple regard sur la carte révèle les mêmes surfaces régulières dans le bassin de la Dordogne limousine, de la haute Sioule, du haut Cher et de la Voueize, de la Creuse et de la Petite Creuse, de la Gartempe et de la Vienne (abstraction faite, naturellement, des vallées actuelles et des hauts sommets).

Cette forme de plateaux occupe la plus grande partie du Limousin et de la Marche. Comme les hauts sommets, ils diminuent d'altitude vers l'Ouest. Dans l'Est, ils dépassent parfois 800 m. près d'Herment, de Bourg-Lastic et d'Eygurande; mais ils descendent lentement le long de la Dordogne (746 m. à Eygurande, 537 m. au Sud de Lapleau, 500 m. près de Beaulieu), le long du Cher (700 m. près de Bellegarde, 400 m. près de Montluçon), le long de la Creuse (700 m. près de Felletin, 440 m. près d'Ahun, 340 m. près d'Éguzon, 200 m. près d'Argenton). Hormis leurs parties les plus élevées, qui portent des landes, ces plateaux ont l'aspect d'un bocage; par là, ils s'opposent à la Montagne. Peu de grands bois, mais, çà et là, des châtaigneraies; autour des champs et des prairies, des haies plantées d'arbres, des chênes ordinairement : ce paysage devient vite familier à celui qui parcourt les plateaux; il s'étend à toute l'étendue des roches cristallines jusqu'à ce qu'on atteigne, sur leur périphérie, les terrains plus secs du Berry, du Poitou, du Périgord et du Quercy. L'aspect de bocage cesse alors, mais non la forme de plateau.

Fait fort intéressant, les plateaux continuent au Nord, au Nord-Ouest, à l'Ouest et au Sud-Ouest, leur descente lente vers la Loire, la Charente et la Garonne, sans que la différence des roches l'interrompe et la brise. Roches cristallines et roches sédimentaires forment ainsi un plan incliné d'un seul tenant. Nulle part, si l'on suit les plateaux et si l'on évite les vallées, on ne s'aperçoit qu'on quitte le massif cris-

tallin pour passer sur sa bordure de calcaires ou de grès. A la vérité, s'il y a dans la région que nous étudions de fortes différences de relief, ce n'est pas entre le Massif Central et les pays périphériques, mais bien plutôt, à l'intérieur même du Massif, entre les hauts sommets et les plateaux. On passe ainsi, sans transition brusque d'altitude, des environs d'Uzerche (430 m.) aux environs de Terrasson (330 m.), le long de la Vézère; dans l'intervalle, les buttes triasiques et jurassiques du Bas Limousin (354 m.) sont les témoins de cette continuité topographique des plateaux. Aussi, lorsque, du bord du massif cristallin, on observe le paysage vers le Midi, on voit se succéder en arrière les uns des autres les longs plateaux qui séparent l'Isle, l'Auvézère et la Dordogne : c'est la même prédominance des lignes horizontales que sur les roches cristallines. Le passage de celles-ci aux roches sédimentaires plus tendres ne se remarque pas sur les plateaux : tout près de Saint-Pardoux-la-Rivière, on voit la surface topographique passer des schistes cristallins aux calcaires mésozoïques, sans trahir la faille importante qui met en contact les deux terrains. Sur la bordure septentrionale du massif cristallin, aux environs de La Châtre et d'Argenton, la descente des plateaux s'opère aussi sans interruption, jusque vers la Loire. (Pl. VII, A.)

Nous sommes donc amenés à reconnaître une continuité remarquable dans la surface des plateaux qui, depuis les hauts sommets, descendent vers le Nord, l'Ouest et le Sud, et à concevoir cette continuité même comme l'œuvre d'un long cycle de modelé.

Un autre fait permet de rapprocher tous ces plateaux, parce qu'il témoigne de conditions qui leur furent communes : c'est la présence, aussi bien sur les roches cristallines que sur les roches sédimentaires, de certains dépôts quartzeux, qui forment parfois, sur la ceinture du massif ancien, de puissants placages. Par une curieuse singularité, ces dépôts ne sont pas marqués de la même manière sur les différentes feuilles de la Carte géologique; leur notation varie de l'Éocène au Pliocène¹. Ils ne renferment pas de fossiles, mais présentent, suivant les gisements, des faciès variés : ce sont tantôt des sables à galets de quartz roulés, tantôt des argiles sableuses, tantôt des grès ou des arkoses, tantôt des cailloutis; souvent ils contiennent assez de fer pour qu'on ait pu les exploiter comme minerais. En tout cas, par leur nature détritique, ils font penser à une ancienne période de ruissellement et de dénudation; ils représentent les débris de la désagrégation du Massif Central durant cette période. Les uns, comme au Puy de Mont à l'Ouest de Limoges, par leur stratification entrecroisée, évoquent l'idée d'une action fluviale, que suggère aussi l'état roulé de leurs éléments. D'autres ne permettent guère de sup-

1. Voir, à ce sujet : A. VACHIER, *Le Berry*, Paris, 1908, p. 122 et suiv.

poser leur transport par l'eau courante ; ce sont plutôt des résidus d'une longue période d'altération sur place : nous y rangeons par exemple ceux qu'on observe à l'Est d'Eygurande (cote 728) et au Sud d'Argenton (cote 178). Mais, quelle que soit leur origine, ils nous aident, par leur gisement et leur répartition, à mieux concevoir cette surface uniforme, régulière et légèrement inclinée, que le paysage nous révèle partout.

Nous pouvons donc dire que l'existence de deux groupes morphologiques dans la partie occidentale du Massif Central est la preuve de deux anciens cycles d'érosion : l'un, le cycle des plateaux, déjà fort avancé au moment où le cycle actuel vint l'interrompre, déjà parvenu à la maturité, puisque les sommets des versants aboutissent à des plateaux de contours réguliers et de pente uniforme ; l'autre, le cycle des hauts sommets, beaucoup plus ancien et plus avancé, où la rondeur des formes, la multitude des mamelons isolés, l'absence de toute crête dénotent une grande vieillesse. De l'étude des formes du terrain on peut donc conclure à l'existence de deux phases anciennes, de deux cycles anciens, dans l'évolution du relief du Limousin. Le cycle actuel aussi travaille à se tailler sa part dans cette œuvre du passé.

II. — L'ŒUVRE DE CHAQUE CYCLE.

Ce qui reste du cycle des hauts sommets représente ce que le cycle des plateaux n'a pas détruit ; ce qui reste du cycle des plateaux représente ce que le cycle actuel n'a pas atteint. Il est intéressant de voir comment ces trois actions se sont ajustées l'une à l'autre. Ce travail de chaque cycle est gravé, pour chaque rivière, dans le modelé de son bassin, dans l'état des versants et dans l'état du lit. Si l'on chemine dans une vallée de l'aval vers l'amont, dans le sens même de la marche de l'érosion, on rencontre le point où cesse l'action du cycle actuel, puis le point où s'est arrêtée l'action du cycle des plateaux. Si l'on procède de l'amont vers l'aval, on rencontre de même le point où commence l'action du cycle des plateaux, puis celui où commence l'action du cycle actuel. Cette étude est complexe et variée. Il est évident que l'action d'un cycle n'est pas la même sur toutes les rivières, et qu'elle se différencie à l'infini pour les affluents d'une même rivière ; l'évolution du modelé varie avec les conditions locales, qui constituent pour chaque ruisseau son idiosyncrasie personnelle. Aussi, pour séparer dans chaque bassin les formes qui reviennent à chaque cycle, faudrait-il un très long travail. Nous tentons, cependant, ce travail pour quelques grandes rivières que nous avons suivies sur le terrain ; pour l'étendre et le généraliser, il faudrait d'abord beaucoup de temps, ensuite et surtout de bonnes cartes ou courbes à grande échelle : à cet égard, l'échelle et le figuré du terrain sur notre

Carte à 1 : 80 000 sont insuffisants. Pour simplifier, nous appellerons le cycle des hauts sommets cycle 1; le cycle des plateaux, cycle 2; le cycle actuel, cycle 3 (fig. 1).

La Vienne. — Sur la haute Vienne (fig. 2), c'est un peu à l'Est de Tarnac qu'on laisse le cycle des hauts sommets : vers l'amont, tout lui appartient. Les vallées s'y présentent comme de larges dépressions, dont le fond se relie par des pentes très douces avec les sommets voisins : des landes couvrent tout le sol, si bien qu'il est difficile de dire où finit la vallée, où commence la hauteur. Dans tous ces vallons à pente faible, les eaux se répandent parmi les mousses et les herbes; la tourbe se développe; sur les versants eux-mêmes, chaque fois que l'arène laisse suinter de l'eau, on voit s'étendre les Sphaignes, les Jones et les *Carex*; on assiste à la formation d'une petite tourbière de pente; la circulation est malaisée sur ces surfaces molles, qui tremblent et cèdent sous les pieds : tel est l'aspect des dépressions tout autour de Peyrelevalde. Un autre trait caractérise cette hydrographie sénile : c'est l'épaisseur de l'arène; sur de grandes profondeurs, le sol désagrégé se trouve comme pourri; les eaux n'ont pas la force d'entraîner tous ces matériaux meubles, qui demeurent en place. Cette impuissance des eaux trahit encore l'extrême vieillesse de la vallée. A voir ces ruisseaux endormis, ces croupes aplaties, ces mamelons bas qui dessinent à peine un léger faite de partage entre la Vienne et la Vézère, on imagine difficilement qu'on se trouve sur les hauts sommets du Limousin, à peu de distance de gorges profondes. Tous ces faits nous apportent l'évidence d'une évolution presque achevée : à côté des formes

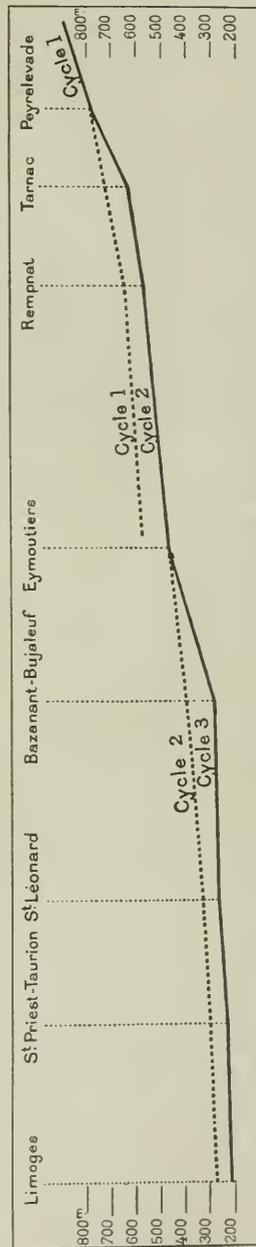


FIG. 2. — Profil longitudinal de la Vienne aux différents cycles. — Échelle des longueurs, 1 : 600 000; des hauteurs, 1 : 30 000.

1. Feuille n° 163 (Ussel SW).

massives et vieilles des hauts sommets, nous avons là les formes du stade correspondant de l'évolution hydrographique.

A 4 ou 5 km. en aval de Peyrelevalde, des rapides révèlent dans la vallée une rupture de pente. La vallée s'enfonce alors peu à peu entre les hauts sommets (780-820 m.), suivie à droite et à gauche par une plate-forme (730-720 m.), qui marque de chaque côté l'emplacement du fond de la vallée 1 ; elle passe ainsi du cycle 1 au cycle 2 ; de la Villeneuve à Nedde¹, elle forme une dépression assez profonde, puisqu'elle s'enfonce de 300 m. au-dessous des hauts sommets, mais large encore, puisque, sur ses pentes allongées, s'étendent des cultures et des prés. La vallée du cycle 2 est donc loin encore de la vieillesse de la vallée 1 ; mais elle a déjà certains caractères de maturité, puisque l'évolution des versants est poussée assez loin.

Tout à coup, en aval de Nedde, à la hauteur de Bachellerie, la Vienne entre dans une gorge étroite, où l'eau bouillonne avec fracas sur les rochers. C'est l'annonce du cycle 3, dont l'apparition devient définitive un peu en aval d'Eymoutiers ; alors commence le cours héroïque de la Vienne à travers les rapides, entre des murailles de roche ; en 15 km., la rupture de pente atteint 185 m.².

Tandis que ce ravin s'enfonce, la vallée du cycle 2 se continue par un niveau de plates-formes latérales, dessinant une large dépression dans laquelle s'emboîte la vallée actuelle ; au-dessus même de ces plates-formes se dressent encore quelques puys arrondis, témoins de la plate-forme des hauts sommets. Nulle part cette superposition des trois groupes de formes ne s'observe mieux que du haut de la cote 491, au Nord-Ouest d'Eymoutiers. Vers l'amont, on domine une large dépression de formes mûres (cycle 2), qui s'élève lentement de tous côtés (pl. VII, B) ; Eymoutiers est encore sur des formes 2, au point même où commence la rupture de pente ; çà et là, quelques bosses, témoins du cycle 1 ; dans le fond s'élève la masse des hauts sommets. Vers l'aval (pl. VII, C), la vallée mûre (cycle 2) se continue ; mais déjà, à quelques centaines de mètres, on aperçoit les premiers rochers de la gorge où se précipite la Vienne. Tandis que le torrent dévale à travers les rapides et les chutes, en passant par les cotes 460, 278, 232 (Saint-Priest-Taurion), 205 (embouchure de la Briançe), 176 (Saint-Victurnien), 150 (Chabanais), 130 (Confolens), 84 (Moussac), l'ancien fond de la vallée 2 descend plus lentement par les cotes correspondantes de 469, 365, 300, 280, 220, 200, 187, 140³. A mesure qu'on descend vers l'aval, il se marque de moins en moins dans la topographie, car les versants de la vallée actuelle, approchant davantage de la maturité, prennent une place de plus en plus prépondérante

1. Feuille n° 164 (*Limoges* SE et NE).

2. Même feuille (NE).

3. Feuilles n° 164 (*Limoges*), 163 (*Rochechouart*), 154 (*Confolens*), 143 (*Poitiers*).

dans la topographie. En effet, vers Saint-Priest-Taurion¹, les formes 3, devenant déjà plus mûres, commencent à se rapprocher sensiblement des formes 2 par l'aspect extérieur et par l'altitude. Aussi la voie ferrée, qui, depuis Eymoutiers, suivait le fond de la vallée 3, passe facilement sur les formes 2 pour atteindre Limoges. L'emplacement même d'une grande ville comme Limoges n'était possible dans la vallée de la Vienne que par ce rapprochement des deux formes, qui met à la disposition de l'agglomération de grandes étendues de terrain peu accidenté.

A partir d'Eymoutiers, vers l'aval, on assiste à l'évolution progressive de la vallée actuelle. La rivière coule d'abord en torrent sauvage ; sa puissance est telle qu'une usine hydro-électrique la capte pour le réseau des tramways de la Haute-Vienne. A Saint-Denis-des-Murs², de nombreux rapides trahissent encore sa jeunesse ; mais la route peut déjà prendre place à côté de la rivière. Cette tendance à la régularisation du profil transversal des versants et du profil longitudinal du lit se prononce vers l'aval, mais lentement ; de nombreux affleurements de roches dures retardent l'évolution et font réapparaître localement des traits d'extrême jeunesse ; à Saint-Victorien³, la roche affleure encore dans le lit. Aussi, dans cette vallée, comme dans toutes les vallées limousines, le dépôt des alluvions se produit très tard : il faut, pour l'observer en grand, attendre l'affleurement des roches plus tendres de la ceinture sédimentaire, où s'élargissent les vallées et s'atténuent les pentes ; sur la Vienne, les premières belles terrasses fluviales se montrent à l'Isle-Jourdain⁴.

Les phases de cette évolution se retrouvent sur les affluents de la Vienne : elle est plus ou moins avancée suivant que la rivière considérée a rencontré plus ou moins d'obstacles ou qu'elle conflue en un point plus ou moins évolué lui-même de la vallée principale. On remarque que tous ces affluents, Maulde, Taurion, Glane, Combade, Briance, Ligoure, lui parviennent par une partie encaissée et des rapides : ce tronçon jeune est l'empreinte du cycle 3. Le moindre ravin latéral montre mieux encore ce point de suture : aux environs d'Eymoutiers⁵, tous les ravins arrivent à la Vienne par un véritable précipice ; mais leur partie supérieure, avec son profil transversal évasé et sa pente faible, témoigne encore du stade 2. Certains affluents de la Vienne présentent, comme elle, la succession des trois cycles. Le Taurion quitte le 3^e en aval de Bourganeuf, le 2^e à l'Est de Royère⁶. La Combade laisse le 3^e à Châteauneuf, le 2^e au Pré Loubeau⁷ ; son

1. Feuille n° 164 (*Limoges* NW).

2. Même feuille (NE).

3. Feuille n° 163 (*Rochechouart* NE).

4. Feuille n° 154 (*Confolens* NE).

5. Feuille n° 164 (*Limoges* NE).

6. Feuilles n° 165 (*Ussel* NW), 156 (*Aubusson* SW), 155 (*Guéret* SE et SW).

7. Feuille n° 164 (*Limoges* SE et NE).

bassin, vu d'un point élevé, offre l'aspect d'une large cuvette à formes mûres entourées par des formes t, compactes dans la Forêt de Châteauneuf, plus isolées au Nord dans le faite séparatif de la Vienne. Rien n'est plus démonstratif que la rivière du bassin de la Celle¹, qui aboutit à la Vienne en amont d'Eymoutiers : en quelques kilomètres, il juxtapose les tronçons de trois cycles. La rivière, en effet, se raccorde avec la Vienne par une très courte partie encaissée, qui est la morsure du cycle 3, si actif en aval d'Eymoutiers; au Moulin Légaud, la vallée s'élargit, et les eaux se divisent sur un fond de prairies, tandis que, sur le versant occidental, une plate-forme portant les hameaux de Mazaud et de Laviaille représente le fond de la vallée 1. En effet, en amont de Plainartige commence un ravin entrecoupé de chutes et de rochers : c'est le passage du cycle 2 au cycle 1, lequel se développe largement en amont du village de la Celle: on est alors dans la Montagne.

La Creuse. — La répartition des formes des trois cycles est bien différente dans le bassin de la Creuse. La raison principale de cette différence est le rôle particulièrement agressif joué par les cycles 2 et 3, à la suite d'une circonstance particulière : l'affleurement, dans le cours moyen, des grès et poudingues du bassin houiller d'Ahun, roches tendres qui déterminent là un niveau de base local, d'où l'érosion régressive s'est propagée plus loin vers l'amont. Prenons la Creuse à sa sortie des roches cristallines, un peu en amont d'Argenton². Au contact des roches de la ceinture sédimentaire, la vallée s'élargit, et des terrasses alluviales s'étagent sur ses flancs. Dans la traversée des roches cristallines jusqu'à Ahun, elle n'est plus qu'un étroit et pittoresque défilé (pl. viii, A). Avec les roches tendres d'Ahun, les versants s'écartent et s'adoucisent; le fond devient une petite plaine alluviale : des formes de maturité remplacent ici les formes plus jeunes de l'aval. Vers l'amont, tout témoigne de la vigueur avec laquelle l'érosion s'est propagée. C'est d'abord, dans la dépression houillère elle-même³, l'approfondissement épigénétique de la Creuse dans le soubassement cristallin : sur un trajet d'environ 4 km., la rivière se fraye dans le granite un chemin sauvage et profond, qui contraste singulièrement avec la large dépression parallèle de Lavaveix, creusée en couches tendres et utilisée par la route et le chemin de fer. De plus, on observe, très loin vers l'amont et jusque dans la partie inférieure de la vallée de Rozeille⁴, des étendues plates et larges dans la vallée. Enfin, à 2 km. en amont d'Aubusson, on remarque, non sans

1. Feuille n° 464 (Limoges SE et NE).

2. Feuille n° 134 (Aigurande NE et SE).

3. Feuille n° 136 (Aubusson NW et SW).

4. Même feuille (SW).

étonnement, un méandre abandonné, stade avancé de l'érosion qui est une conséquence du travail accompli dans la plaine d'Ahun. Au reste, il suffit de regarder un profil de la Creuse¹ pour y percevoir, dans tout ce tronçon, l'aplatissement de la courbe. Il faut ajouter aussi que l'action du cycle 3, ainsi renforcée, a pénétré jusque dans la Montagne, en sorte que les formes 1 y sont moins étendues que dans le bassin de la haute Vienne.

Pour les mêmes raisons, le cycle 2 s'avance très haut dans la montagne : la vallée de la Creuse en porte des traces remarquables. Depuis le haut du bassin jusqu'à Felletin², on observe, entre le sommet des versants et le fond de la vallée, une plate-forme large, qui s'abaisse vers l'aval le long de la rive gauche; à Laveix, elle se tient à 783 m. (les hauts sommets à 887, la rivière à 700 m.); à Crose, elle est à 664 m. (les hauts sommets à 854, la rivière à 580 m.); on la suit dans le relief jusqu'au bassin d'Ahun; là, elle s'épanouit et atteint une largeur de plus de 15 km., révélant ainsi que, dès le cycle 2, la dépression d'Ahun existait dans la topographie au milieu des formes 1; vers l'aval, elle se dessine toujours dans la topographie (pl. VIII, B; IX, A).

Pressée et bloquée pour ainsi dire par l'audace des cycles 2 et 3, la vallée 1 de la Creuse se réduit à un tronçon d'une dizaine de kilomètres : aux environs de Féniers, elle reproduit le type des dépressions vieilles, aux versants adoucis, aux fonds tourbeux. C'est de là que la rivière, en une entaille courte et gigantesque de 4 ou 5 km., gagne les profondeurs où l'attirent successivement le cycle 2 et le cycle 3. Il n'y a pas, dans ce bassin, de masses très étendues de hauts sommets : les formes des hauts sommets s'y groupent plutôt en massifs isolés au-dessus de la haute Creuse et au-dessus de la Creuse moyenne, jusqu'au delà de Guéret et de Jarnages vers le Nord (fig. 1).

Le Cher. — Il ne reste presque plus, dans le bassin du Cher³, de formes appartenant au cycle 1; il n'y a de hauts sommets que sur le pourtour (hauteurs de Combrailles, hauteurs de Chénérailles et de Jarnages, monts de Toulx-Sainte-Croix); ils encadrent toute une large dépression où domine la topographie du cycle 2. Ce cycle y développe des formes déjà avancées, qui bannissent, dans les vallées, les gorges profondes; à l'Est d'Auzances, au pont de Courtex, la vallée du Cher ne présente aucun encaissement, entre ses versants de pente modérée. Encore assez vigoureuses dans cette partie cristalline du bassin, les formes 2 approchent de la vieillesse dans le bassin tertiaire de Gouzon, où des couches meubles et tendres ont aidé le travail de la dénu-

1. Voir A. VACHER, *Le Berry*, pl. xx.

2. Feuille n° 163 (*Ussel*, NW).

3. Feuilles n°s 136 (*Aubusson* NW, NE et SE) et 145 (*Montluçon* SW et SE).

dation; là dominant des formes molles et douces, des fonds de vallée plats, quelquefois marécageux.

Mais l'érosion régressive du cycle 3, obéissant à l'appel de la dépression de Montluçon taillée en roches tendres, se fait bientôt sentir, à la hauteur de Lussac sur la Voueize, à Tardes sur la Tardes, à Château-sur-Cher sur le Cher, à la hauteur de Saint-Hilaire sur le Doron; et les rivières s'encaissent dans la masse des plateaux du cycle 2 en des gorges sauvages, qui cessent seulement un peu en amont de Montluçon; là, en roches tendres, au ravin jeune succède une vallée alluviale. Comme le débouché de la Creuse à Argenton, le débouché du Cher à Montluçon est accompagné par des terrasses d'alluvions dont l'étagement, à l'intérieur même de la vallée 3, révèle des stades successifs dans l'approfondissement. Il est à remarquer que l'épanouissement de larges dépôts d'alluvions est la règle lorsque des rivières quittent des roches dures pour des roches tendres: ainsi les rivières de l'Artois, à leur débouché dans la plaine flamande, ont étalé d'épaisses couches de cailloux.

Les vallées à l'Ouest de la Vézère. — Toutes ces vallées, Tardoire, Bandiat, Dronne, Cole, Isle, Loue, Auvézère, ont un trait commun: l'absence d'un tronçon de cycle 1; quelques témoins de hauts sommets (Forêt des Cars, par exemple) représentent seuls ce cycle (fig. 1). Par contre, les formes 2 y prennent un remarquable développement; le Limousin occidental leur doit ses grandes étendues de plateaux. Elles ont même parfois atteint une grande maturité. Ainsi les hautes vallées de la Dronne, de l'Isle et de la Loue¹ sont de belles dépressions tranquilles, avec des marais et des étangs entre des versants très adoucis: aucune trace d'encastement. Mais bientôt l'érosion du cycle 3 vient mordre sur le fond de ces dépressions; alors commence, pour chaque vallée, un approfondissement énergique: sur le Bandiat, en amont d'Abjat; sur la Dronne, à la hauteur de Dournazac; sur l'Isle, au Chalard; sur l'Auvézère, en amont de Ségur².

Tandis que la rivière descend vite dans un défilé rocheux, une plate-forme qui continue le fond de la vallée 2 la domine. Les environs de Nontron donnent de ce fait d'excellents exemples³: partout, à flanc de versant, l'œil remarque ce ressaut de terrain, assez large pour porter les villages avec leurs champs et leurs prés (Chambord, Bouchardière, Poperdu, Lacaux, Savignac, Aumont, Reims, Abjat); près d'Abjat, cette surface est à 250 m.; près de Nontron, à 220 m. (pl. ix, B). Dès qu'elle pénètre dans les roches sédimentaires, elle s'élargit et s'étale; au Sud de Nontron, par 220-200 m., ces formes

1. Feuilles n° 164 (Limoges SW) et 163 (Rochechouart SE).

2. Feuilles n° 172 (Périgueux NE) et 179 (Tulle NW).

3. Feuille n° 163 (Rochechouart SW).

mûres sont signalées par les villages de Nadonnet, du Cluzeau et de Massonneau (la rivière coule à 160 m.). Leur extension, leur épanouissement est une règle, dès qu'elle quitte les roches cristallines; le modelé des versants, très avancé, réduit l'importance des plateaux qui séparent toutes ces vallées parallèles; de là l'impression de largeur, d'étendue, que laissent les vallées périgourdines; tel est déjà l'aspect de la vallée de l'Auvézère à la hauteur de Saint-Raphaël et de Hautefort¹.

Pour les vallées 3, comme pour les vallées 2, le passage des roches cristallines aux calcaires est marqué par une profonde transformation. Elles perdent brusquement leur caractère de gorges, pour s'ouvrir, pour s'épanouir. Le changement s'opère ici d'une manière beaucoup plus rapide et complète que sur le versant Nord du Limousin : cette différence tient à la manière différente dont s'établit au Nord et au Sud le contact entre les deux natures de roches; tandis que, au Nord, les terrains sédimentaires reposent en transgression sur les terrains cristallins et se terminent en biseau à leur surface, ils prennent contact, au Sud, suivant une faille; les rivières passent d'un coup du bloc cristallin au bloc sédimentaire; à peine le passage est-il franchi que l'étroit couloir devient une véritable plaine. Lorsque, d'un point élevé dominant les gorges de la Dronne², on se tourne successivement vers le Nord et vers le Sud (pl. x, A et B), on aperçoit d'un côté un ravin sombre, qui pénètre dans le massif entre deux parois rocheuses, de l'autre une large dépression aux versants étalés : le cycle 3, développé en roches tendres, acquiert déjà des formes de maturité; alors aussi commencent les alluvions et les terrasses.

La Vézère et la Corrèze. — Ces deux rivières pénètrent dans la Montagne : aussi les trois cycles sont représentés dans leur vallée.

La Vézère (fig. 3), depuis les environs de Millevaches jusque près de Bugeat³, coule dans une vallée vieille, semblable à celle que nous avons décrite pour la Vienne, avec des versants adoucis, des eaux lentes et de la tourbe. A peu de distance en aval de Bugeat, à Mourieras, apparaissent quelques rapides; c'est l'amorce d'une des plus belles gorges du Massif Central, où la rivière impétueuse passe de chute en chute jusqu'au Saut de la Virole : c'est le contact du cycle 2 et du cycle 1, fixé lui-même au contact du granite de la montagne et des schistes cristallins des plateaux. Tandis que les eaux s'y précipitent avec violence, laissant la haute vallée à 670 m. et gagnant l'aval des chutes à 500 m., une plate-forme nettement marquée au hameau de la Virole, à 661 m., indique, à un niveau supérieur, la continuation

1. Feuilles n° 172 (*Périgueux* SE) et 173 (*Tulle* SW).

2. Feuille n° 172 (*Périgueux* NE).

3. Feuille n° 165 *Us et* SW.

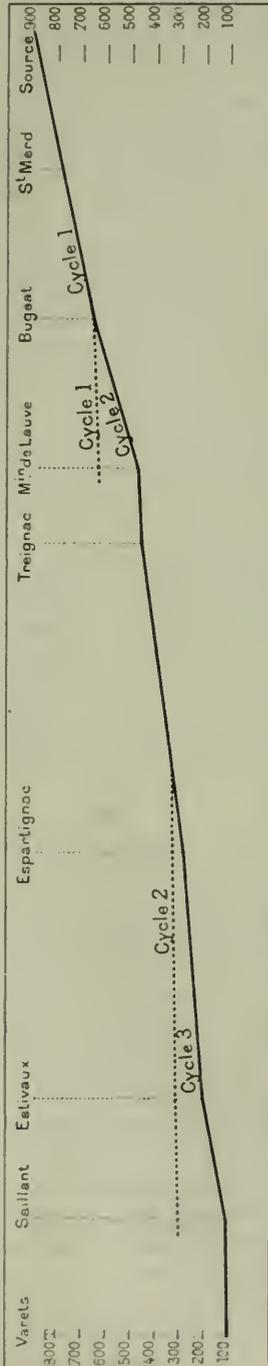


Fig. 3. — Profil longitudinal de la Vézère aux différents cycles. — Échelle des longueurs, 1 : 600 000 ; des hauteurs, 1 : 30 000.

de la vallée 1, dans laquelle s'emboîte la vallée 2 : c'est cette vallée 2 que suit alors la Vézère jusqu'à 4 ou 5 km. en amont d'Uzerche¹. De Treignac à Uzerche, son modelé est assez avancé pour donner des versants peu inclinés, où la roche ne perce pas à travers l'herbe : le fond même est parfois plat. Dans toute cette partie moyenne de la Vézère, débouchent des vallées de même nature : aux environs du Lonzac, de Chamboulive et de Seilhac, de larges dépressions se rattachent à cette topographie déjà mûre du cycle 2². Quand, à l'aval d'Uzerche, la rivière s'encaisse dans la vallée 3, un niveau de formes 2 se maintient à flanc de versant : on l'observe tout le long de la rivière, entre Uzerche et Estivaux, aux altitudes 350, 342, 326, les sommets des versants étant à 413, 405, 404, et le lit de la rivière à 200 m. : il porte des champs, des prés et des villages ; ces surfaces plates sont partout des lieux d'élection pour les établissements humains. La vallée de la Soudaine, affluent de la Vézère en aval de Treignac, offre la même succession d'un tronçon 1 très vieux, longé de marais et d'étangs, et d'un tronçon 2, large, bien modelé, raccordé au précédent par les gorges de Trassoudaine.

C'est un peu en amont d'Uzerche que la vallée 3 commence à s'emboîter dans la vallée 2. Ce nouveau cycle agit ici avec vigueur. Une comparaison permet de l'apprécier : à Uzerche et à Lubersac, les lits de la Vézère et de l'Avézère sont l'un et l'autre à la même altitude (294-296 m.) ; or chacune de ces rivières en est à un stade différent

1. Feuilles n° 164 (Limoges SE) et 173 (Tulle NE).

2. Feuille n° 173 (Tulle NE et SE).

de son évolution, puisque la vallée de la Vézère à Uzerche est un ravin jeune, celle de l'Auvézère à Lubersac une large dépression du cycle 2. En effet, en aval d'Uzerche, la Vézère coule au fond d'une gorge dont le lit se creuse et dont les parois souvent s'élèvent verticalement; des vallons latéraux, élargis et mûrs dans leur partie supérieure, parviennent à la vallée principale par des ravins sauvages; on ne peut descendre la vallée en suivant le bord de l'eau; le torrent bouillonne, écume sur les roches du fond de l'entaille, qu'il remplit tout entier. Au bout de cette course impétueuse, une grosse usine hydro-électrique recueille sa force, pour l'envoyer jusqu'à Limoges.

La Corrèze s'unit à la Vézère en aval de Brive. Si nous la remontons, elle nous révèle presque aussitôt une évolution plus avancée que celle de la Vézère. Le principe de cette différenciation réside dans la zone de roches dures, quartzites et phyllades, que doit traverser la Vézère avant d'entrer dans la dépression de Brive, et que ne rencontre pas la Corrèze. La courbe hypsométrique de 200 m., qui pénètre seulement de quelques kilomètres dans le massif cristallin le long de la Vézère, pousse le long de la Corrèze jusqu'à Tulle. Tandis que la Vézère sort des roches anciennes par un étroit défilé, que la route évite et que la voie ferrée utilise au prix de difficiles travaux d'art, la vallée de la Corrèze est un couloir profond et large, aux versants plus travaillés, dont les voies de communication suivent le fond: elle ouvre vers l'amont un chemin facile, par où les influences du Midi, les vignobles et les vergers pénètrent au cœur des plateaux.

Ce travail de façonnement du cycle actuel a refoulé, sur le cours même de la rivière, la zone des premiers rapides jusqu'au delà de Bar, jusqu'à la rencontre des roches granitiques, alors que, en ce point de rencontre, la Vézère ne passe encore que du cycle 1 au cycle 2; les grandes cascades du bassin de la Corrèze se trouvent reportées à Gimel, sur l'un de ses affluents, la Montane¹.

La Corrèze² diffère aussi de la Vézère par la nature de ses méandres. Sur la Vézère, ce sont des méandres simplement encaissés, entaillés verticalement dans le sol, sans déplacement horizontal. Les méandres de la Corrèze ont dépassé ce stade de jeunesse; ils ont atteint la période où le déplacement latéral va de pair avec l'enfoncement vertical: deux de ces méandres, à Vergonzac et à Confolens, font penser, par la largeur de la vallée, la puissance de leur courbe et l'étagement des alluvions, à certaines boucles de la Meuse ardennaise; même en amont de Tulle, à la Ratonie, on observe déjà un méandre en évolution latérale. Cette évolution gagne les affluents: la Rouanne, à l'Est d'Aubazine, dessine un méandre déjà mûr, portant, sur les alluvions

1. Feuille n° 173 (Tulle SE).

2. Feuilles n° 173 (Tulle SE) et 183 (Brive NE).

de sa rive convexe, la ferme de la Rassolie ¹. Aussi n'est-il pas étonnant que le cycle 3 ait marqué son empreinte vers l'amont jusqu'au voisinage de Corrèze, en un point correspondant à celui où la Vézère en est encore au cycle 2.

Le cycle 2 a reçu de la même cause la même poussée vers l'amont. Dès l'aval, au-dessus de la profonde vallée actuelle, on le retrouve dans une série de formes mûres, qui, vers Aubazine, se tiennent à 300 m., c'est-à-dire à 160 m. au-dessus de la rivière²; continuant vers l'amont, elles forment, au-dessus de Corrèze, le fond même de la vallée. Cette vallée 2 s'enfonce très loin dans la montagne, qu'elle pénètre en une large et profonde entaille : de Saint-Yrieix-le-Déjalat, quand on regarde vers l'Ouest, on voit toutes les vallées qui se rattachent à ce puissant tronc s'ouvrir dans les vieilles formes du cycle 1 de grandioses sillons ³. Aussi la vallée de la Corrèze ne se trouve que sur un court espace dans les formes 1 : alors seulement, sur les quatre ou cinq kilomètres qui suivent sa source, elle présente l'allure vieillie qui lui est commune avec la haute Vézère et la haute Vienne.

La Vézère et la Corrèze se réunissent dans la plaine de Brive. Là, elles ont accompli en commun un immense travail de déblaiement, où nous retrouvons toute l'évolution que nous avons déjà analysée ailleurs ⁴. Des circonstances particulières l'ont singulièrement favorisée. Le contraste entre roches dures et roches tendres, qui est la règle pour toutes les rivières au débouché du massif cristallin, prend ici une rare ampleur : des roches très tendres affleurent sur une largeur inusitée. Tandis que, dans sa partie occidentale, la bordure sédimentaire du massif cristallin est formée surtout par des calcaires jurassiques, elle se compose, dans sa partie méridionale, d'un ensemble de grès houillers, permien et triasiques, avec des poudingues, des sables et des argiles. Entre les roches cristallines et les calcaires des Causses, s'interpose ici une zone épaisse de matériaux tendres, parfois meubles. Aussi l'œuvre des cycles 2 et 3 fut rapide et facile; elle se révèle nettement dans la topographie. Par l'action du cycle 2, les versants sont déjà presque entièrement démolis : tandis que, dans le massif cristallin, les versants des vallées 2 dessinent une large dépression continue, ils ont ici tellement souffert qu'ils n'apparaissent plus qu'en quelques buttes isolées à couronnement calcaire (Ayen, Yssandon, etc.). Entre ces buttes-témoins, les vallées 2, considérablement élargies, s'unissaient en une surface presque plane, qu'on voit bien, du haut du Puy d'Ayen, s'étaler en une série d'ond-

1. Feuille n° 183 (*Brive NE*).

2. Feuille n° 173 (*Tulle SE*).

3. Feuille n° 174 (*Mauriac NW*).

4. Feuilles n° 173 (*Tulle SE*) et 183 (*Brive NW et NE*). A consulter pour tout ce qui suit sur le Bas Limousin.

lations très douces, par 220-200 m. (pl. x, C,; xi, A); au Sud de Brive, on l'observe très bien aussi en un niveau de plates-formes (env. 220 m.) le long des vallées du Chastanet et de la Planche : les villages de Bassaler, de Siaurat, de Lacombe, de Langlade s'y sont établis.

Dans cette topographie mûre du cycle 2 s'est avancé le cycle 3, dont l'évolution a marché vite; il a progressé jusqu'aux sources des rivières du Bas Limousin, qui, presque toutes, au Sud de Brive, commencent par d'étroits ravins creusés dans les grès, entre des pentes rapides couvertes de châtaigneraies et de bois. Mais, dans leur partie inférieure, ces vallées ont atteint la maturité; avec leur fond plat et leurs versants abaissés, elles s'unissent aux larges vallées de la Vézère et de la Corrèze (la vallée de la Loyre, par exemple), pour former une plaine alluviale où s'étalent les crues. Le Bas Limousin est, enfin, une zone de terrasses fluviales : on les note déjà sur la Corrèze au Chambon et à Vergonzac; plus bas, à Arjasson et à la Borie; enfin, depuis Saint-Pantaléon jusqu'à Terrasson, elles s'élèvent, d'une manière continue, à environ 10 m. au-dessus de la rivière.

La Dordogne. — Le travail du cycle 3 a été très vigoureux. En aval de Beaulieu¹, à la sortie des roches cristallines, la vallée s'épanouit en une véritable plaine, où la rivière se ramifie au milieu d'îles de sable et de graviers. Même vers l'aval, lorsque sa largeur diminue à la traversée des calcaires des Causses, elle porte, dans ses méandres, largement dessinés, en pleine migration latérale, dans l'opposition de la rive alluviale et de la rive escarpée, dans le méandre abandonné de Creysse, les signes de la maturité. L'amont a ressenti les progrès de cette évolution : dans les roches cristallines jusqu'au-dessous d'Argentat², la vallée pénètre largement; à Argentat même, tout le fond est une plaine de cailloux et de sable, où les crues s'épandent parmi les buissons; le bourg repose sur une terrasse d'une horizontalité remarquable, élevée de 15 m. au-dessus de l'eau. On observe même l'alluvionnement à quelques kilomètres encore à l'amont d'Argentat : de temps en temps, à droite ou à gauche, une petite terrasse, avec ses champs et sa ferme (à 15 ou 20 m.), indique, jusque dans cette profonde vallée, un premier travail d'élargissement : à Langeval, l'opposition des deux rives nous fait assister au début de la formation d'un méandre. Mais bientôt, à mesure qu'on s'éloigne vers l'amont, la Dordogne n'offre plus qu'un ravin grandiose, coupé de rapides, creusé à plus de 300 m. au-dessous des premières formes mûres, occupé à régulariser son profil longitudinal. Les gorges cessent

1. Feuille n° 183 (Brive SE).

2. Feuille n° 184 (Auvillac NW).

un instant, près de Bort¹, sur un affleurement de roches tendres (bande de Houiller); mais elles recommencent ensuite et portent l'influence du cycle 2 jusqu'à la hauteur de Herment, sur le Chavanon, et jusqu'à Saint-Sauves, sur la Dordogne elle-même². L'érosion régressive du cycle 3 s'est donc propagée jusque dans le haut bassin.

Aussi, dans la partie inférieure, faut-il chercher à un niveau très élevé les formes mûres du cycle 2. Dans la vallée de la Maronne, qui débouche près d'Argentat, on ne les observe qu'à l'altitude de 475 m.; l'enceinement actuel est représenté par une gorge profonde de plus de 300 m.; lorsque, du village de Haute-Fage, on regarde vers l'amont, on distingue nettement une vallée mûre, à 475-490 m., qui va s'élevant peu à peu vers le Cantal, et dans laquelle s'emboîte la gorge actuelle³. Tous les affluents de droite de la Dordogne présentent cette superposition des deux séries de formes, et l'on peut y déterminer leur point d'ajustement : le Chavanon à la Lignière, la Diège en aval d'Ussel, la Luzège à hauteur de Combressol quittent une vallée de formes mûres, aux pentes adoucies, au fond parfois plat, pour entrer dans une vallée encaissée qui les mène à la Dordogne; Meymac se trouve dans cette région de formes mûres où les vallées jeunes et actives n'ont pas encore creusé leurs ravins et leurs gorges⁴.

En résumé, le relief du Limousin est le résultat d'une longue évolution, qui comprend trois cycles d'érosion. Le plus ancien aboutit à la formation de la surface des hauts sommets, pénéplaine de formes très vieilles, aujourd'hui portée à 800-900 m. dans la partie orientale du pays. Le second a modelé une série de plateaux, qui présentent en certains points des caractères très nets de maturité; il a laissé son œuvre inachevée, puisque d'importants témoins du cycle antérieur sont respectés. Le troisième n'a pas dépassé, dans les roches cristallines, le stade de la jeunesse : les formes mûres apparaissent et se développent sur les régions périphériques, dès que des roches plus tendres affleurent. Pendant toute cette histoire, la mer n'est jamais revenue sur le Massif Central, si bien que nous devons le considérer comme l'une des plus anciennes surfaces de dénudation qui existent.

Ce travail de dénudation, que les eaux courantes ont accompli, comment s'est-il orienté? Comment s'est constitué le réseau hydrographique? Comment et pourquoi s'est organisé l'écoulement des eaux? A quelles causes doit-on attribuer la direction des vallées?

1. Feuille n° 174 (*Mauriac* NE).

2. Feuille n° 165 (*Ussel* NE et SE).

3. Feuille n° 184 (*Awillac* NW).

4. Feuilles nos 165 (*Ussel* SE et SW), et 174 (*Mauriac* NW).

III. — LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE.

Discordance entre l'hydrographie et la structure. — Pour expliquer la constitution du réseau hydrographique et la direction des rivières originelles, nous devons éliminer, à part certains cas d'adaptation sur lesquels nous reviendrons, toute influence venant de la structure du sol : on observe partout l'indifférence des vallées par rapport aux anciennes directions tectoniques. La structure du pays révèle des dislocations, plis et failles, appartenant au système hercynien. Ces dislocations, qui font l'objet de nombreuses études géologiques¹, affectent deux directions : dans l'Ouest, la direction NW-SE, ou armoricaine ; dans l'Est, la direction NE-SW, ou varisque. Sur de grandes étendues, les schistes cristallins montrent des plis armoricains, enregistrés par les auteurs des feuilles *Tulle*, *Limoges*, *Brive* de la Carte géologique ; les couches sont même presque toujours fortement redressées. Le long de la Combade et de la Vienne, de Châteauneuf à Saint-Léonard et de Limoges à Aixe, nous avons relevé les pendages des roches cristallophylliennes : la grande majorité de ces pendages nous indiquent une région parcourue par des plis NW-SE, avec certains plis déversés vers le NE. Or le tracé de l'hydrographie semble étranger à ces directions tectoniques : Vézère, Corrèze, Isle, Loue, Dronne, Charente, Vienne les coupent à angle droit ; le hasard seul est responsable de certaines concordances apparentes, qui, d'ailleurs, examinées de près, sont simplement approximatives.

Les failles n'influent pas davantage sur le réseau hydrographique. Dans l'Ouest du Limousin, il existe de grandes failles, qui, mettant en contact des roches différentes, se traduisent alors dans le relief ; mais cette influence sculpturale est bien postérieure à l'établissement du réseau des vallées. La direction des rivières coupe la direc-

1. Consulter les feuilles de la *Carte géologique détaillée de la France* indiquées ci-dessus et leurs notices. — Voir également : E. BARRET, *Géologie du Limousin*, Limoges, 1892 ; — M. BERTRAND, *Sur les bassins houillers du Plateau Central de la France* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e sér., XVI, 1887-1888, p. 517 et suiv.) ; — CH. DEPÉRET, *Orogénie du Plateau Central* (*Annales de Géographie*, I, 1891-1892, p. 369 et suiv.) ; — PH. GLANGEAUD, *Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central* (*Bull. Services Carte Géol. de Fr.*, VIII, 1896-1897, n^o 50, 1895, p. 1 et suiv.) ; — L. DE LAUNAY, *Etudes sur le Plateau Central. I. La vallée du Cher dans la région de Montluçon* (*ibid.*, IV, 1892-1893, n^o 30, avril 1892, p. 289 et suiv.) ; — *Id.*, *Les dislocations du Terrain Primitif dans le Nord du Plateau Central* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e sér., XVI, 1887-1888, p. 1045 et suiv.) ; — U. LE VERRIER, *Feuille de Limoges* (*Bull. Services Carte Géol. de Fr.*, VI, 1894-1895, n^o 38, 1894, p. 47-54 ; VII, 1895-1896, n^o 44, 1895, p. 53-56 ; VIII, 1896-1897, n^o 53, 1896, p. 86-88) ; — G. MOURET, *Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e sér., XXVI, 1898, p. 601 et suiv.) ; — *Id.*, *Aperçu sur la géologie de la partie Sud-Ouest du Plateau Central de la France* (*Bull. Services Carte Géol. de Fr.*, XI, 1899-1900, n^o 72, 1899, p. 51 et suiv.) ; — *Id.*, *Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré* (*ibid.*, I, 1889-1890, n^o 40, 1890, 37 p.).

tion des failles sous des angles presque droits; elle n'en est pas affectée. A l'Ouest des hauts sommets granitiques, sur un trajet de plus de 160 km., à peu près depuis Bourgneuf jusqu'à Figeac, s'étend une longue zone de failles jalonnées par les dépôts houillers de Bosmoreau, l'Hospital, Saint-Chamant; toutes les rivières qui descendent de la montagne traversent, indifférentes, cette ligne de dislocations. De même, au Sud, les roches cristallines entrent en contact avec les roches sédimentaires suivant une série de failles, longue de plus de 200 km., orientée NW-SE, dont le rejet dépasserait souvent, d'après G. Mouret, 250 m. : or, là aussi, le passage des rivières s'établit indépendamment de cette structure. Les lignes directrices de l'hydrographie sont en complète discordance avec les lignes directrices de la structure. Évidemment, quand notre réseau hydrographique s'est établi, les éléments structuraux ne jouaient plus de rôle dans la topographie; le pays était depuis longtemps une pénéplaine. Comment s'est réglé l'écoulement des eaux sur cette pénéplaine?

La constitution du réseau. — Une observation faite aux confins du Limousin et de l'Auvergne nous donne, dans l'histoire de ce réseau, un point de repère chronologique. Dans le haut bassin du Sioulet¹, sur des plateaux appartenant au cycle 2, s'élèvent des buttes basaltiques, témoins des coulées qui descendirent des Monts Dore. En plusieurs endroits, le basalte recouvre les dépôts quartzeux disséminés à la surface des plateaux; comme ces coulées sont d'âge pliocène ou miocène tout à fait supérieur², les dépôts qu'elles surmontent leur sont antérieurs. Or la surface sur laquelle ils se sont étendus révèle un état de grande maturité, et l'on peut penser que le cycle dont elle est l'œuvre avait débuté longtemps avant le Pliocène ou le Miocène supérieur; il est donc permis de rattacher le début de cette période de dénudation aux mouvements orogéniques qui ont rajeuni le relief du Massif Central, en soulevant sa partie orientale, c'est-à-dire à la fin de l'Oligocène et surtout au Miocène. Sur tout le Massif Central, se développe alors un cycle nouveau, auquel nous devons attribuer l'orientation générale de l'hydrographie. Les mouvements du sol qui soulevèrent la vieille pénéplaine imposèrent une direction aux eaux courantes : tout le réseau hydrographique s'orienta vers l'Ouest et le Sud-Ouest. D'une part, la Vienne, la Gartempe et la Creuse se rendirent vers la dépression tectonique du Clain et de la Charente, qui furent vraisemblablement les troncs collecteurs occidentaux des rivières du Massif Central. D'autre part, l'Isle et ses affluents, la Vézère, la Corrèze et la Dor-

1. Feuille n° 163 (*Ussel* NE).

2. M. BOULE, *Le Cantal miocène* (*Bull. Services Carte Géol. de Fr.*, VIII, 1896-1897, n° 54, 1896, p. 5 et suiv. [217 et suiv.]).

dogne se rendirent à la dépression aquitanaïenne. En outre, il paraît bien certain aussi que, dans ce gauchissement général de la pénéplaine, toutes les parties ne furent pas également soulevées : de même que le Seuil du Poitou demeurait une région basse entre le Limousin et la Vendée, de même il subsista entre le Limousin et l'Auvergne une zone de moindre surélévation, où s'établirent en sens inverse la Dordogne et la Sioule, la Dordogne attirée vers la dépression d'Aquitaine, la Sioule vers la région affaissée de Limagne. Le réseau hydrographique originel est donc fonction de la surface structurale qu'avaient déterminée les mouvements miocènes.

Deux vallées ne paraissent pas exactement conformes à cette disposition générale : la Creuse et le Cher. Toutes deux trahissent l'influence de traits plus anciens de l'architecture, auxquels elles se sont ajustées. On ne peut manquer de remarquer le tracé rectiligne de la Creuse depuis Aubusson jusqu'à Crozant, qui l'oriente autrement que les autres vallées originelles; elle coïncide là avec le bassin houiller d'Ahun, longue bande de sédiments tendres occupant le fond d'un synclinal ou d'un effondrement dans les schistes cristallins. C'est une adaptation en quelque sorte posthume à la structure hercynienne. La vallée du Cher s'adapte à une structure plus récente; à partir de Montluçon, il coule dans un compartiment effondré de l'ancienne pénéplaine; cet effondrement, orienté N-S, comblé par des sédiments lacustres oligocènes, fut, à cause de la nature même de ses matériaux, une zone de faible résistance à la surface de la pénéplaine; là, comme sur l'affleurement houiller, il y eut recreusement facile et adaptation posthume de l'hydrographie à un trait de la structure tertiaire.

Certains autres traits du tracé du réseau attirent l'attention. Tandis que toutes les rivières qui gagnent la Gironde par l'intermédiaire de la Dordogne conservent une direction générale NE-SW, conforme à la pente originelle, les rivières qui vont à la Charente et à la Loire délaissent toutes, en certain point de leur cours, cette direction originelle : le Bandiat et la Tardoire passent de l'orientation NE-SW à l'orientation SE-NW, qui fait d'elles des affluents de la Charente; la Vienne, la Gartempe, la Petite Creuse abandonnent leur direction E-W pour gagner la Loire par le Nord ou le Nord-Ouest. Des deux côtés, les rivières limousines semblent avoir été détournées par des rivières plus actives, dont le niveau de base, basse Charente et basse Loire, était plus proche. MM^{rs} Blayac et Vacher¹ ont montré comment la haute Vienne avait été enlevée à la Charente et capturée par la basse Vienne à une époque déjà reculée. Nous avons nous-même acquis la conviction que, à la hauteur d'Éguzon², la Creuse supérieure

1. J. BLAYAC et A. VACHER, *La vallée de la Vienne et le coude d'Exideuil* (*Annales de Géographie*, XIV, 1905, p. 111-117).

2. Feuille n° 414 (*Aigurande*).

a été détournée du bassin de l'Anglin par la basse Creuse; en effet, sur le plateau qui s'étend au Nord-Ouest d'Éguzon, depuis Lagedeumont jusqu'à la Verrière, en passant par la Lande, il existe (la Carte géologique ne les indique pas) des dépôts de sables et d'argiles mélangés de cailloux de quartz et de graviers quartzeux, qui portent des landes et des étendues marécageuses: ils appartiennent aux alluvions quartzes dont nous avons déjà parlé, si abondantes sur la péri-

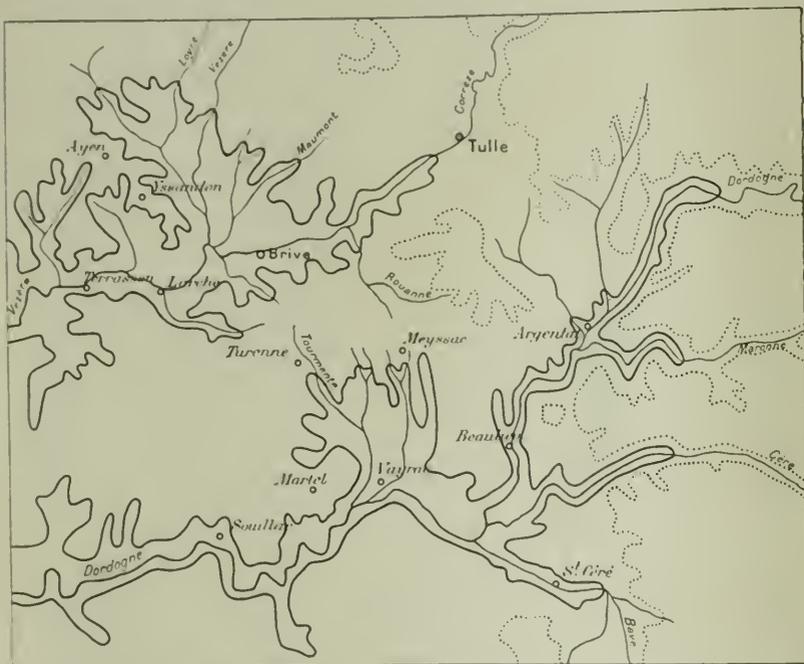


FIG. 4. — Dépressions monoclinales du Bas Limousin. Échelle, 1 : 750 000.

N. II. — Le trait noir indique la courbe de 200 m.; le trait pointillé, la courbe de 500 m.

phérie du massif cristallin; par leur orientation, ils indiquent nettement un ancien écoulement, dirigé SE-NW, de la Creuse vers l'Abloux, à une époque antérieure au début du cycle 3 (ces alluvions se trouvent à environ 300 m.). D'autres faits permettent de penser que d'autres vallées S-N ont capturé d'autres vallées E-W, vers la même époque: ainsi le Cher, par l'intermédiaire de la Tardes et de la Voueize inférieure, aurait capturé la Voueize supérieure, qui, par le Verraux, gagnait la Petite Creuse. Enfin, il est à croire, comme le laisse pressentir M^r de Margerie, que la Tardoire et le Bandiat ont été détournés de leur direction primitive NE-SW vers la Cha-

rente « par voie de soutirage au pied des corniches jurassiques »¹.

On observe enfin, sur la lisière méridionale du Massif Central et surtout dans le Bas Limousin², des tronçons de vallées dont la direction est tout autre que la direction originelle NE-SW imposée à l'ensemble des rivières du massif : la Vézère, la Loyre s'orientent NW-SE, parallèlement à la bordure cristalline et, par conséquent, à la direction armoricaine; la Vézère, une fois sortie des roches anciennes, tourne au Sud-Est, garde cette direction sur environ 15 km., puis reprend sa direction originelle vers le Sud-Ouest à travers les plateaux crétaés du Périgord; dans toute cette région, la dépression de la Vézère est dominée à l'Est par le bord du massif cristallin, qui lui-même s'oriente NW-SE. Dans la topographie, dont les grandes lignes s'orientent, comme les vallées, NE-SW, voici donc localement l'apparition d'une topographie orientée NW-SE. Comment l'expliquer?

Les conditions du sol dans cette région du Bas Limousin étaient propices à la formation de vallées monoclinales, subordonnées aux vallées conséquentes (fig. 4)³. En effet, les couches sédimentaires plongent vers le Sud-Ouest; d'autre part, les couches dures y alternent avec les couches tendres (roches cristallines, grès houillers permien et triasiques, calcaires liasiques); il se développa donc, au pied du massif cristallin, rappelant la ligne de failles qui le limite vis-à-vis de roches moins résistantes, une large dépression taillée dans les grès et dominée à l'Ouest par une corniche de calcaires liasiques, et, dans cette dépression, des rivières monoclinales de part et d'autre des deux vallées originelles, Vézère et Corrèze. Mais le rapprochement de ces deux rivières de force inégale entrava le développement symétrique des vallons monoclinaux : l'un de ceux-ci, affluent de la rivière la plus active, la Corrèze, soutira la Vézère à son profit et la détourna vers le Sud-Est jusqu'à la Corrèze. Il n'en a pas été de même au débouché de la Dordogne, où la disposition régulière a pu se réaliser et où l'on observe, de chaque côté de la rivière, des affluents monoclinaux à pente inverse, la Bave et la Tourmente, dont les vallées alignées bout à bout constituent une dépression monoclinale, bordée à l'Ouest depuis Saint-Céré jusqu'à Meyssac par une côte monoclinale de calcaire jurassique⁴.

Dans la région de Brive, la topographie due à cette disposition monoclinale n'est pas aussi régulière : le façonnement du relief dans ces roches très tendres a progressé vite. Ce qui fut la corniche de la

1. Général G. DE LA NOË et EMM. DE MARGERIE, *Programme d'une étude sur le tracé des cours d'eau de la France dans ses rapports avec les conditions géologiques* (*Bull. Services Carte. Géol. de Fr.*, XV, 1903-1904, n° 98, 1904, p. 153 [p. 299]).

2. Feuilles n°s 173 (*Tulle SW*), 183 (*Brive NW*).

3. Les faits suivants sont bien indiqués sur la Carte de France à 1 : 200 000 (feuille *Bergerac*) et sur celle à 1 : 500 000, en courbes (feuille XI).

4. Feuille n° 183 (*Brive NE et SE*).

côte n'existe plus; la surface des calcaires liasiques dont elle était le rebord a été profondément morcelée par l'érosion; les sommets-témoins d'Ayen, d'Yssandon, de Coubjours en rappellent le souvenir. Cet effacement de l'ancienne structure monoclinale, cette discontinuité, ce morcellement d'une ancienne « côte » se trouvent ici réalisés aussi complètement que sur la plaine flamande, dans les collines de Flandre. Toutefois, il est visible qu'une côte commence à se reconstituer de Larche à Terrasson, sous l'influence toute proche de la Vézère : lorsqu'on sort de Larche au Sud, on voit se dresser le bord abrupt des Causses, dont les couches plongent vers le Sud-Ouest et dont les vallons, fortement encaissés dans le calcaire, s'élargissent et s'abaissent à la surface des couches de grès et de sable.

Ce large déblaiement des couches tendres du Bas Limousin se traduit dans la topographie par une dépression orientée NW-SE, sillonnée par de larges vallées, dominée à l'Est par la masse dure des roches cristallines, à l'Ouest par les buttes calcaires du pays d'Yssandon. Si, de Grandmont, point élevé situé à l'Est de Larche¹, on observe le panorama qui s'étend au Nord, le regard s'arrête à l'horizon sur une ligne continue de hauteurs massives, constituée par les phyllades et les quartzites du massif ancien, qui se tient vers 400 m.; de profondes brèches l'interrompent, marquant le débouché de la Loyre, de la Vézère, du Maumont; en deçà, s'étendent de véritables plaines alluviales, que séparent des plateaux surbaissés aux versants adoucis, orientés NW-SE; çà et là, se dresse une masse calcaire, tabulaire, frangée de talus escarpés, souvenir des assises disparues (pl. XI, B). Le Bas-Limousin est donc une région de roches tendres où, grâce à deux puissantes rivières, l'évolution du relief a progressé plus vite que dans les roches cristallines, chaque fois qu'un nouveau cycle d'érosion vint renouveler le modelé.

IV. — CONCLUSION.

Tels sont les grands traits de l'évolution du relief du Limousin et, d'une manière plus générale, de la partie occidentale du Massif Central. Elle se présente à nous comme une suite de dénudations, durant laquelle aucun changement structural n'est intervenu; seuls, des mouvements épeirogéniques ont modifié l'altitude par rapport au niveau de la mer et suscité de nouveaux cycles d'érosion. Le sol porte l'empreinte profonde de trois cycles. Il n'est pas impossible que, dans le cycle des hauts sommets, une observation minutieuse fasse découvrir des subdivisions : à l'Ouest de Bugeat et à l'Ouest de Guéret, les versants de la vieille pénélaine portent les traces

1. Feuille n° 183 (*Brive* NW).

évidentes d'un autre cycle, des niveaux intermédiaires de plates-formes. Mais l'ensemble de la topographie du pays se répartit nettement entre les trois séries de formes que nous avons analysées : 1° une pénéplaine ancienne, portée à plus de 900 m. dans sa partie orientale, aux formes vieilles, à l'hydrographie sénile, partagée entre des dépressions molles et des mamelons isolés ; 2° une pénéplaine plus récente, moins élevée, présentant aussi ses plus grandes altitudes dans l'Est, moins usée, moins vieille, puisque les versants de chaque vallée ne sont pas entièrement disséqués, et qu'ils forment de longs plateaux uniformes et continus entre les dépressions hydrographiques ; 3° enfin, des vallées profondes, entaillées dans ces plateaux uniformes, toutes encore en voie de creusement et de régularisation, très jeunes dans la masse cristalline, plus mûres déjà dans les roches tendres de la périphérie.

Tous ces événements, qui ont déterminé les traits de la topographie, ont aussi dessiné à la surface les linéaments d'une division naturelle du pays. Aux hauts plateaux de l'Est, à la vieille plate-forme de granite et de granulite, s'applique presque exactement dans le pays le nom de « Montagne » : la Montagne est une vraie région naturelle, à qui son altitude, son climat et son sol créent des conditions originales d'aspect et de vie. A ces plateaux uniformes, qui entourent de tous côtés la Montagne et qui s'inclinent vers tous les points de l'horizon, à cet ensemble très étendu d'aspect, mais qui, très varié d'orientations, n'a pas pu être conçu comme un tout par les habitants, nous proposons d'appliquer le nom de Bocage : il constitue par ses arbres, ses prairies, ses eaux, le paysage caractéristique du Limousin et de la Marche, ainsi que des parties voisines du Périgord, du Poitou, du Berry, du Bourbonnais qui s'étendent sur les roches cristallines. Enfin, aux vallées larges, ouvertes en roches tendres, nous appliquons volontiers le nom de Plaine, employé dans les environs de Brive même. Quant aux autres vallées du massif cristallin, elles n'ont pas assez de largeur pour obtenir une existence propre dans la géographie régionale ; mais dès que, sur le versant Sud, elles ont quitté les roches cristallines, elles deviennent par leur étendue, par leur exposition, par leur sol, de véritables « cellules » régionales, des plaines, si bien que, par opposition au Limousin et à la Marche, qui sont des pays de plateaux, on peut dire que le Périgord est un assemblage de vallées et de plaines.

Toute l'évolution physique du pays s'est déroulée conformément aux lois de la dénudation, indépendamment de la structure : seules, certaines adaptations postérieures rappellent des traits de cette structure (vallées de la Creuse et du Cher, dépressions monoclinales du Bas Limousin). Le plus souvent, les reliefs sont donnés par les roches dures ; et encore, en bien des points, roches dures et roches

tendres ont été également nivelées : ainsi l'on passe, sans différence de relief, à la surface des plateaux qui bordent l'Isle et ses affluents, des roches cristallines aux roches sédimentaires ; par contre, les schistes cristallins du Mont Gargan font partie de la vieille péninsule, tout comme les plateaux granitiques de la Montagne, dont une grande faille les sépare.

Indifférence du relief par rapport à la structure, indifférence même parfois par rapport à la nature des roches, tout démontre ici que l'importance des reliefs est en raison inverse de l'importance des dénudations. C'est cette relation étroite, établie depuis de longs siècles, entre le relief et la dénudation, qui explique ce fait remarquable que les lignes de relief coïncident presque partout avec les lignes de partage des eaux : les régions des sources coïncident avec les points les plus élevés des bassins. La Montagne est un centre hydrographique de premier ordre, en même temps que la zone de partage entre Dordogne, Vézère, Vienne, Creuse. La ligne de partage entre les affluents de la Garonne et les affluents de la Loire est la ligne des points les plus hauts. Chaque bassin hydrographique est en même temps un bassin topographique.

A. DEMANGEON,

Professeur de Géographie à l'Université de Lille.

LÉGENDES DÉTAILLÉES DES PHOTOGRAPHIES (PL. IV-XI)

PL. IV

- A) Vue prise sur la route de Bellac à Blond, vers les Monts de Blond. Feuille n° 154 (*Confolens* NE et SE). — Au premier plan, la plate-forme de schistes cristallins, couverte de champs et de bois (formes 2). Au dernier plan, les sommets massifs des Monts de Blond (formes 1).
- B) Vue prise de la cote 504, au Nord-Ouest de Vaulry, vers l'Est-Nord-Est. Feuilles n° 155, (*Guéret* NW et SW) et 154 (*Confolens* SE). — Au 1^{er} plan, massif de Blond (formes 1), d'où la photographie est prise. Au 3^e plan, à droite, à l'horizon, les Monts d'Ambazac et de Guéret (formes 1). Entre les deux, plateau bocager (formes 2), descendant vers la gauche par les vallées de la Gartempe et du Vincou.
- C) Vue prise de la gare de Budelière-Chambou vers le Sud-Est. Feuille n° 156 (*Aubusson* NE). — Ce sont des plateaux (formes 2), dans lesquels s'encaisse la vallée de la Tardes (cyclo 3). À droite, à l'horizon, on distingue quelques sommets isolés (formes 1).

PL. V

- A) Vue prise du signal de Maupny, vers l'Est, vers Guéret. Feuilles n° 155 (*Guéret* NE) et 156 (*Aubusson* NW). — Au 1^{er} plan, sommet de formes 1, avec chaos de blocs granitiques. Au 3^e plan, à l'horizon, ligne de sommets 1. Entre les deux, plateaux bocagers (formes 2), où l'on ne peut pas distinguer l'encaissement de la Creuse.
- B) Vue prise à 2 km. au Nord de Meymac, vers le sommet 927. Feuilles n° 174 (*Mauriac* NW) et 165 (*Ussel* SW). — Ces sommets massifs, couronnés de landes et de bois de pins, appartiennent aux formes 1 : c'est le rebord Est de la Montagne. Sur les pentes, les derniers châtaigniers et le village sont sur les formes 2.
- C) Vue prise du versant Sud du sommet 691, près Saint-Junien-la-Brégoire, vers le Nord-Est.

Feuille n° 164 (*Limoges NE*). — Au 1^{er} plan et au dernier, sommets 1. Entre les deux, la surface bocagère, avec le village de Montayaux, appartient au cycle 2 : la vallée d'un affluent de la Maulde y est encaissée.

PL. VI

- A) Vue prise à l'Ouest de la Clavelle, vers l'Est. Feuille n° 164 (*Limoges NE*). — Le point de vue, comme aussi le sommet, qui, au fond, à droite, porte le village de Saint-Martin-Château, et ceux du 3^e plan, appartiennent au cycle 1. Toute la dépression intermédiaire appartient, au cycle 2 : la Maulde y a taillé une gorge étroite et profonde (cycle 3), qu'on ne voit pas.
- B) Vue prise du sommet du Puy Pendu (978 m.) vers le Nord-Ouest. Feuille n° 165 (*Ussel SW*). — Pénéplaine. C'est la topographie sénéile des hauts sommets. Bruyères.

PL. VII

- A) Vue prise à 8 km. au Sud de La Châtre, vers le Nord. Feuille n° 145 (*Montluçon NW*). — Le plateau descend doucement vers le Nord, sans qu'on puisse noter le passage des roches cristallines aux roches sédimentaires qui s'effectue sur cette photographie.
- B) Vue prise de la cote 491, au Nord-Ouest d'Eymoutiers, vers l'amont de la vallée de la Vienne. Feuille n° 164 (*Limoges NE et SE*). — Le point de vue appartient au cycle 1 ; au fond, en arrière de la ville, une butte témoin 1 ; les hauteurs formant le dernier plan appartiennent à la Montagne, aux formes 1. Au milieu de la photographie, formes mûres 2, avec la ville d'Eymoutiers.
- C) Vallée de la Vienne, à 500 m. en aval d'Eymoutiers. Feuille n° 164 (*Limoges NE*). — Vallée du cycle 2 ; en arrière des arbres, la rivière pénètre dans la gorge 3.

PL. VIII

- A) Vallée de la Creuse, prise à Fresselines vers l'aval. Feuille n° 144 (*Aigurande SE*). — Vallée 3 entaillée dans les plateaux mûrs 2.
- B) Vue prise au-dessus du village de Crose (rive gauche de la Creuse), vers l'aval. Feuille n° 165 (*Ussel NW*). — Le premier et le dernier plan appartiennent aux formes 1 ; entre les deux, large plate-forme 2 ; on distingue nettement l'encaissement brusque (cycle 3) de la Creuse.

PL. IX

- A) Vue prise de Gioux (au Sud de Felletin) vers l'Est. Feuille n° 165 (*Ussel NW*). — Le point de vue, les hauteurs de droite, de gauche et du fond appartiennent au cycle 1. — Au-dessous de ces formes, on distingue sept ou huit plates-formes, aux formes mûres, dont la plus grande bien éclairée, porte des massifs d'arbres (cycle 2). Enfin on voit nettement au-dessous l'encaissement des vallées 3.
- B) Vue prise à l'entrée du Bourdeix (au Nord-Ouest de Nontron) vers l'Ouest, vers le village de Bouchardière. Feuille n° 163 (*Rochechouart SW*). — Le village signale une plate-forme 2, au-dessous de laquelle une vallée 3 s'est creusée.

PL. X

- A) et B). La vallée de la Dronne, à 2 km. N de Saint-Pardoux. Vue prise vers l'amont et vers l'aval, à la hauteur de Pigerie. Feuille n° 172 (*Périgueux NE*). — Vers l'amont (A), le ravin en roches cristallines. Vers l'aval (B), la dépression large en roches sédimentaires.
- C) A 2 km. W de Saint-Robert. Vue prise vers le Nord. Feuille n° 173 (*Tulle SW*). — Au fond, la bordure du massif cristallin. En deçà, des plateaux aux formes très mûres (cycle 2). Dans ces plateaux, au 1^{er} plan, un ravin 3 qui s'enfonce au milieu des arbres.

PL. XI

- A) Vue prise du Puy d'Ayen (377 m.) vers l'Est. Feuille n° 173 (*Tulle SW*). — Au fond, la bordure du massif cristallin. En deçà, le Bas Limousin, surface très mûre du cycle 2, où l'œil ne distingue pas les vallées 3.
- B) A 1500 m. de Saint-Robert, vue prise vers le Nord. Feuille n° 173 (*Tulle SW*). — Au fond, la bordure du massif cristallin. Au 2^e plan, surfaces très mûres du cycle 2. Au 1^{er} plan à droite, extrémité de la butte calcaire témoin de Saint-Robert. Cette butte est à 342 m. ; la bordure cristalline, à environ 360 m.

LA PLAINE DU ROUSSILLON¹

Au Nord-Ouest, les chainons du massif primaire de Força-Réal; au Nord-Est, les escarpements encore plus désolés des calcaires secondaires d'Opoul et de Salses; au Sud, les croupes sombres des Albères, à l'Ouest, la masse puissante du Canigou dominant le Roussillon, qui, au milieu de ce cadre montagneux, ne garde partout ni le même relief ni le même aspect. Entre la Tet et le Tech, s'étendent les Aspres, ensemble assez confus de mamelons doucement ondulés, dont l'altitude croit de l'Est à l'Ouest, et qui se confondent peu à peu avec les contreforts orientaux du Canigou; ils enferment des vallons dont les pentes sont uniformément tapissées par la vigne; seuls sur de rares sommets, quelques bouquets de chênes-liège mettent un peu de variété dans le paysage. On achève avec joie la traversée monotone de ces coteaux caillouteux et secs, pour arriver soit au Nord dans la vallée de la Tet, soit au Sud dans celle du Tech. Ces vallées, largement déblayées, la première surtout, forment des plans lentement inclinés vers la mer; des champs et des prés y interrompent les vastes étendues de pampres et contribuent, avec les lignes de peupliers et de saules qui longent les canaux, avec les épais taillis qui bordent les fleuves, à donner l'impression d'une nature adoucie. En des coins privilégiés, à la riche végétation d'arbres fruitiers et de cultures maraîchères, l'ombre et la fraîcheur sont accueillantes même aux plus chaudes journées estivales. A l'Est de Perpignan, les vallées de la Tet et du Tech viendraient s'unir en une seule plaine littorale, si les Aspres ne s'avançaient comme par un promontoire jusqu'aux environs de Canet. Au Nord, la Salanque, parcourue par la Tet et par l'Agly, qui sort à peine des montagnes, déroule jusqu'à l'horizon ses vignes, dominées seulement par les clochers des villages. Au Sud, dans une plaine qu'accidentent quelques buttes, la vigne, d'abord seule maîtresse du sol, le partage avec d'autres cultures à mesure qu'on se rapproche des Albères. Ainsi, sur un faible espace, le Roussillon offre des physionomies diverses, qui s'expliquent par la collaboration de la nature et de l'homme.

1. Pour la bibliographie, voir : P. VIDAL et J. CALMETTE, *Bibliographie roussillonnaise* (Bull. Soc. agr., sc. et litt. des Pyrénées-Orientales, XLVII, 1906, p. 1-558).

I. — LE SOL ET LE CLIMAT.

Le Roussillon occupe l'emplacement d'un golfe pliocène, colmaté par des sédiments marins et fluvio-terrestres. Une fois émergé, le plateau tertiaire a été sculpté par les eaux courantes; l'érosion s'est exercée avec moins de régularité et d'intensité dans les Aspres; avec plus de force dans les vallées actuelles. Les eaux ont étendu partout un manteau d'alluvions, récentes dans les vallées, anciennes dans les Aspres, cailloux, graviers et sables, dont les plus fins ont, avec les limons, colmaté les plaines côtières¹.

Sur les plaines littorales, les vallées et les coteaux, règne le même climat; il serait fort doux sans le vent de NW, la tramontane, sœur du mistral, qui, froide et desséchante, domine toute l'année et souffle en hiver avec une fréquence et une violence particulières². Les précipitations annuelles ont dans la plaine roussillonnaise une réelle unité³. Sauf à Salses, elles se tiennent partout entre 500 et 600 mm.⁴; lorsqu'on arrive aux confins de la plaine, Bouleternère, adossé aux montagnes, atteint 637 mm.; l'augmentation devient ensuite rapide, soit qu'on remonte les vallées (Vinça, 685 mm.; Céret, 728 mm.), soit qu'on s'élève sur le versant du Canigou (Saint-Marçal, 931 mm.) ou des Albères (Laroque, 1 025 mm.; Maureillas, 835 mm.).

Autant que la médiocrité des pluies, leur répartition saisonnière distingue la plaine du Roussillon des régions qui l'entourent, comme le montre l'étude des coefficients pluviométriques relatifs. La pluviosité mensuelle suit en son ensemble la même marche dans toutes les stations de la plaine. A Perpignan (fig. 1) pris comme type, elle

1. Pour l'histoire géologique du Roussillon, voir : CH. DEPÉRET, *Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon* (*Annales des Sciences géol.*, XVII, 1885, p. 1 et suiv.); — Id., *Sur les anciennes lignes de rivage pliocènes et quaternaires sur les côtes françaises de la Méditerranée* (*C. r. Ac. Sc.*, CXXXVI, 1903, p. 1039 et suiv.). — Voir également la *Carte géologique détaillée de la France* à 1 : 80 000, feuille n° 255 (*Perpignan*).

2. M. SORRE, *Le climat du golfe du Lion* (*Bull. Commission météorologique de l'Hérault pour 1904*, Montpellier, 1905, p. 47 et suiv.).

3. La période étudiée comprend vingt années, 1883-1902. Les *Annales du Bureau Central Météorologique* sont la source. Peu de postes fonctionnent depuis longtemps avec régularité. Quatre seulement fournissent des séries complètes et continues : Perpignan, Prades, Céret, Prats de Mollo. Les lacunes ont été comblées suivant les méthodes d'interpolation indiquées par M^r A. ANGOT (*Étude sur le régime pluviométrique de la péninsule ibérique*, dans *Annales du Bureau Central Météorologique*, 1893, I, *Mémoires*). — Le D^r FINES (*La pluie dans le département des Pyrénées-Orientales (1851 à 1900)*, *Seconde partie*..., dans XXX^e *Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales*, Année 1901, Perpignan, 1902, p. 53-82) établit ses moyennes sans interpolation, en prenant simplement toutes les observations que fournit chaque station.

4. Le Barcarès nous avait donné une moyenne annuelle de 385 mm. En réalité, le pluviomètre était mal installé. (Voir : O. MENGEL, *Observations sur... « la pluie au Barcarès »*, dans *Annuaire de la Société Météorologique de France*, LIV, 1906, p. 177 et suiv.)

augmente de septembre à janvier, où se place le maximum ; février offre un minimum secondaire ; à partir de mars, la baisse est rapide jusqu'au minimum de juillet-août. La fin de l'automne et le début de l'hiver sont donc la saison pluvieuse qui s'oppose aux mois secs de l'été. Par contre, hors de la plaine, dès qu'on s'élève suffisamment, à Prats de Mollo par exemple (fig. 1), la pluviosité est la plus forte en juin ; elle diminue jusqu'en février et reprend ensuite une marche ascendante. Le contraste avec Perpignan est frappant. En passant de Perpignan à Prats de Mollo, nous

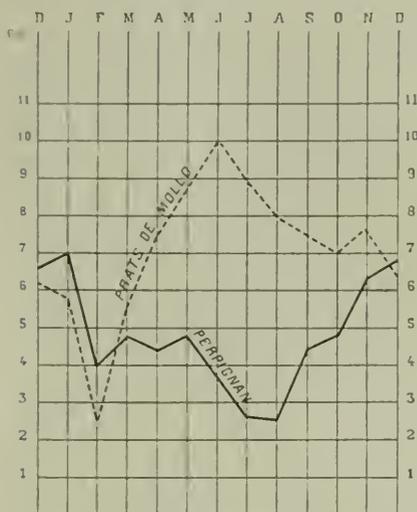


FIG. 1. — Hauteur mensuelle de la pluie à Perpignan et à Prats de Mollo.

quittons la région méditerranéenne pour une zone nouvelle¹, dont le voisinage n'est pas sans altérer, à Perpignan même, les caractères propres du climat méditerranéen.

A Prats de Mollo, la sécheresse de l'hiver est toute relative : il n'en est pas de même de celle de l'été à Perpignan. Prats de Mollo est un pays de pluies continuelles, moins abondantes dans la saison froide, plus abondantes dans la saison chaude. Dans la plaine, non seulement les précipitations sont médiocres toute l'année, mais partout, sauf à Bouleternère, elles sont, en juillet et août, inférieures à 30 mm.² La pauvreté de l'année en pluies et la disette estivale sont aggravées par la nature même des pluies : elles tombent toujours en averses courtes et violentes³.

II. — L'EAU.

Parmi les éléments du climat, le régime pluviométrique du Roussillon est celui qui a le plus contribué à marquer la végétation d'une empreinte originale⁴. Surtout, il a eu pour l'activité humaine et

1. Mont-Louis présente avec Perpignan le même contraste (M. SORBE, mém. cité, p. 52).

2. Il arrive que juillet ou août soient absolument secs (Dr FINES, mém. cité, p. 72 et suiv.).

3. M. SORBE, mém. cité, p. 55.

4. A. F. W. SCHUMPER, *Pflanzengeographie*, Jena, 1898, p. 538-555 ; — CH. FLAHAULT *Essai d'une carte botanique et forestière de la France, feuille de Perpignan* *Annales de Géographie*, VI, 1897, p. 289-312 ; carte à 1 : 200 000, pl. VIII (IX.).

l'économie rurale des effets dont la gravité est accrue par les caractères des fleuves roussillonnais. Ces fleuves sont essentiellement torrentiels¹; ceux des Aspres, la Canterrane, le Réart, n'ont guère d'eau qu'après les fortes averses et servent surtout de chemins; ceux qui viennent de la haute montagne, Agly, Tet, Tech, ont un régime fort irrégulier. Lors des crues, leurs lits, pourtant très larges, ne suffisent pas à contenir les énormes masses d'eau qui s'y précipitent, et qui vont souvent par-dessus bord ravager les vallées². Ces déluges d'eau fréquemment mentionnés par les anciens documents³, rares pendant la saison chaude, rares aussi en hiver quand l'humidité se condense dans les régions élevées sous forme de neige, se produisent surtout à l'automne et au début du printemps, après de violentes et excessives précipitations. En été, les fleuves sont pauvres dans la montagne, où les pluies ne leur profitent pas; ils sont à sec le plus souvent dans la plaine. C'est qu'aucune action modératrice ne s'exerce sur leur débit. Les forêts, qui semblent jadis l'avoir régularisé dans une certaine mesure⁴, ont été imprudemment déboisées; leur disparition a aggravé les maigres d'été. De plus, dès la région montagneuse, de nombreux canaux d'arrosage pratiquent autant de saignées sur les cours d'eau, qui arrivent très appauvris dans la plaine; l'évaporation intense⁵ agit à son tour; enfin, il faut tenir compte de l'infiltration à travers les cailloux et les sables qui constituent le lit des fleuves, à travers les couches perméables du sous-sol. Un exemple est significatif: en 1882, les anciens usagers arrosants du cours inférieur du Tech avaient enjoint aux nouveaux syndicats de la vallée de fermer les prises d'eau: ils espéraient que les 500 litres que roulait le Tech à Palalda viendraient alimenter les canaux d'aval; ils ne virent rien venir et constatèrent que les 500 litres disparaissaient peu à peu avant d'arriver au Boulou⁶.

— G. GAUTIER, *Catalogue raisonné de la Flore des Pyrénées-Orientales*, Perpignan, 1897, *Introduction*, par Ch. FLABAULT, p. 11-48.

1. Nous avons consulté, au Bureau de l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Perpignan, les *Rapports annuels du Service d'observations hydrométriques*.

2. Voir: M. SORRE, mém. cité (*Bull. Commission météorologique de l'Hérault pour 1904*, p. 57).

3. J.-B. ALART, *Inventaire sommaire des Archives départementales antérieures à 1790*, II, *Série C*, Paris, 1877, *passim*.

4. Au XVII^e siècle, des trains de bois descendaient la Tet jusqu'à Perpignan (J.-B. ALART, *Inventaire sommaire...*, I, *Série B*, Paris, 1868, p. 226, 285, 435, 438, etc. — Sur les effets du déboisement, voir O. MENGEL, *Notes de géologie. II. Essai sur le creusement des vallées de la Tet et du Tech* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XLVIII, 1907, p. 363); — P. DE BOIXO, *Notice sur les inondations de 1888 à 1891 et le déboisement dans les Pyrénées-Orientales* (*ibid.*, XXXIII, 1892, p. 111-203).

5. Moyenne annuelle de 1873 à 1900, à Perpignan: 1831, 9. (M. SORRE, mém. cité, p. 60.)

6. J. ALAVAILL, *Réservoirs et canaux d'arrosage à construire dans les vallées de l'Agly, de la Tet et du Tech*, Perpignan, 1883, p. 42.

Quelque irrégulier que soit leur régime, les fleuves roussillonnais ont été précieux pour l'homme. Grâce à eux, il a pu, par l'irrigation, lutter contre la sécheresse. De nombreux canaux d'arrosage sillonnent la plaine. Ils datent en général d'avant le xv^e siècle; chaque communauté, chaque petit groupe de communautés ayant eu le sien, ils n'offrent pas de plan d'ensemble, pas plus qu'ils n'ont comporté l'exécution de grands travaux¹. Les zones qu'ils irriguent forment des bandes le long des vallées ou s'épanouissent dans les plaines littorales, qui se prêtaient bien au rayonnement des eaux². C'est dans la vallée de la Tet et dans la plaine d'Elne qu'ils sont le plus nombreux. Dès que la Tet sort de la gorge de Rodès, trois grandes artères s'embranchent sur elle; d'autres, moindres, viennent ensuite; elles ont été aisées à ouvrir dans un sol uni et meuble. Autour d'Elne, les canaux, qui avaient une double fin, l'irrigation et le dessèchement, ont été aussi facilement construits. Seuls dans le Roussillon, les Aspres, à cause de leur configuration, à cause surtout de l'irrégularité de leurs rivières, n'ont point de ruisseaux d'arrosage.

Les canaux appartiennent presque tous à des co-usagers constitués en syndicats. Souvent, des usiniers sont co-propriétaires. En ce cas, les premiers jouissent, en général, de l'eau pendant le jour, les seconds pendant la nuit; les cultivateurs y ont tout avantage, la saison des longues journées étant aussi la saison sèche. Arrosants d'un côté, usiniers de l'autre, en étaient venus, à la suite de ce partage, à se regarder comme propriétaires de la moitié de l'eau et libres de la vendre. Divers arrêts judiciaires ont mis fin à la coutume de la vente, ne reconnaissant aux tenanciers le droit de prendre l'eau « que pour leurs besoins et non pour la vendre »³. On a évité ainsi que le jeu des contrats individuels n'introduise un régime anarchique, comparable à celui d'Elehe, dont on a pu dire qu'il était « la négation même de toute organisation »⁴.

1. A. BRUTAIS, *Étude sur la condition des populations rurales du Roussillon au moyen âge*, Paris, 1891, p. 5-7. — L'irrigation était pratiquée dès les Wisigoths. Au xi^e siècle, apparaît dans les textes la distinction entre « regatius » et terres « aspres ». — Sur l'arrosage en Roussillon, voir encore : JAHERT DE PASSA, *Mémoire sur les cours d'eau et les canaux d'arrosage des Pyrénées-Orientales*, Paris, 1821, in-8. Pour la critique de cet auteur, qui a souvent confondu des canaux d'arrosage et des canaux industriels, voir A. BRUTAIS, *ouvr. cité*, p. 5-6; — P. VIDAL et J. CALMETTE, *Bibliographie roussillonnaise*, p. 159-160; — MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, *Bull. de l'Hydraulique agricole, Fascicule Z*, Paris, s. d., p. 259 et suiv.

2. Analogie avec les zones irriguées de l'Espagne. Voir : JEAN BRUNHES, *Étude de géographie humaine, L'irrigation*, Paris, 1902.

3. Arrêt de la cour de Montpellier, cité par M. PRATX, *Le régime des eaux en Roussillon (Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales, XLIV, 1903, p. 131)*. — Sur les règlements d'arrosage, et notamment sur les questions de la vente de l'eau et de l'unité de mesure, voir : G. SOREL, *Note sur les buses des règlements d'arrosage (ibid., XXXII, 1891, p. 403 et suiv.)*.

4. JEAN BRUNHES, *ouvr. cité*, p. 98.

Le propre des canaux roussillonnais est d'être soumis à un régime d'extrême réglementation¹. Seuls quelques-uns, bien rares, tel celui de Pézilla-de-la-Rivière, n'ont aucune diète des eaux : chaque usager arrose à son gré ; tout au plus, aux années de pénurie, qui sont exceptionnelles, établit-on des tours d'arrosage analogues à ceux qui sont pratiqués en temps normal sur les autres canaux. Partout ailleurs, les droits de chaque tenancier sont fixés : depuis des siècles, chaque parcelle irriguable reçoit l'eau à des jours et pendant un temps déterminés ; les « réguiers », fonctionnaires des syndicats, veillent à la rigoureuse observation des tours.

À cette réglementation générale, qui a quelque chose de factice et ne tient pas compte des réalités, les statuts des syndicats, quand ils sont anciens, substituent, pour les cas de pénurie, un ensemble de mesures qui varient selon les lieux, mais qu'anime un esprit commun. Presque partout, pendant la sécheresse estivale, on interdit les arrosages de peu d'importance, notamment l'irrigation préparatoire des cultures. Souvent, les terres sont divisées en plusieurs classes : les jardins forment la première ; les autres n'arrosent que si ceux-ci laissent un excédent d'eau. Les cultures favorisées sont celles qui souffriraient le plus de la sécheresse, ou celles qui, lors de la rédaction des règlements, étaient regardées comme nécessaires : à Millas, les haricots viennent en première ligne, puis le gros millet pour les bestiaux, enfin la luzerne. À Ille, lorsque l'état de sécheresse est proclamé, le syndicat nomme six « donneurs » ; les tenanciers qui veulent arroser s'adressent à ces agents, qui sont munis d'un pouvoir discrétionnaire et tenus seulement « de partager sans distinction ni préférence, en ayant égard au besoin plus pressant que pourraient avoir certaines terres préférablement à d'autres qui souffrent moins ou qui ne souffrent pas encore ». En fait les donneurs tiennent avant tout compte de la nature des récoltes et favorisent en première ligne les cultures maraîchères, puis les haricots, le maïs, la luzerne.

Les récents règlements n'ont pas cette souplesse d'adaptation aux besoins différents des diverses cultures. Pour le canal des Albères, l'un des plus importants, construit au XIX^e siècle, le tour d'arrosage, hebdomadaire en temps ordinaire, devient bimensuel en temps de pénurie ; si la sécheresse augmente, le syndicat règle l'arrosage au mieux des intérêts des tenanciers, mais toujours « par tour de rigole, en suivant l'ordre du tableau », toujours aussi de telle sorte que le volume total d'eau soit « partagé proportionnellement aux terres sous-crites et arrosables comprises dans le périmètre du canal ».

Les statuts des syndicats témoignent, par leur précision, de l'im-

1. Nous avons consulté les règlements, imprimés ou manuscrits, soit aux mairies des localités, soit aux bureaux de la Préfecture des Pyrénées-Orientales.

portance de l'irrigation pour le Roussillon; de même, par leur âpreté, les lutttes que suscite l'arrosage pendant les étés secs. Au commencement du XIX^e siècle, les jours où, dans le ruisseau de Perpignan, circulait l'eau nécessaire à la salubrité de la ville, des sentinelles surveillaient chaque prise d'eau particulière; de même en 1881, année d'extrême sécheresse¹. En temps normal, la vigilance des « réguiers » n'empêche pas les paysans de pratiquer des brèches sur les bords des canaux, et souvent le tenancier en train d'arroser constate soudain que l'eau cesse de lui arriver, « coupée », suivant la locution du pays, par un propriétaire d'amont.

Les précautions prises par les règlements en vue de la pénurie montrent que, de tout temps, ce mal a menacé l'agriculture roussillonnaise. Il est passé, au XIX^e siècle, à l'état presque chronique. Le régime des fleuves, devenu plus torrentiel, n'en est pas la seule cause. Il faut incriminer le développement de l'arrosage dans les montagnes qui entourent le Roussillon. Depuis 1848, dans la seule vallée de la Tet, diverses dérivations ont obtenu une dotation totale de 2 132 l. à la seconde². Des réserves qui ont été ménagées « pour assurer aux anciens canaux les eaux auxquelles ils ont droit »³ nul en fait ne tient compte. Ainsi, les concessions les plus récentes sont les plus favorisées; les concessions restreintes se trouvent être les plus anciennes, celles de la plaine, dont l'antiquité même peut être regardée comme un témoignage qu'elles répondent mieux à des nécessités naturelles.

Les effets de la disette estivale des fleuves ont été aggravés par l'abandon, au XIX^e siècle, des méthodes qui présidaient autrefois au partage des eaux entre les divers canaux. Le mal est surtout sensible pour les ruisseaux dérivés de la Tet : les barrages les plus importants se pressent entre Vinça et Millas; leur situation en est rendue très difficile. Jadis, les pouvoirs publics ordonnaient tous les ans, au moment de l'étiage, le partage des eaux de la Tet; les règles de cette opération ne sont nulle part clairement indiquées; il semble que, d'après des données purement pratiques, on accordait à chaque canal un volume d'eau proportionné à ce que paraissaient exiger les besoins des tenanciers, arrosants ou usiniers. Cette coutume a cessé sous la Révolution; depuis lors, chacun prend l'eau au passage, sans se soucier des canaux inférieurs⁴; les cultures de Millas et de Perpignan en souffrent particulièrement.

A cet état de choses l'administration a voulu remédier. Un règlement de 1845 a fixé les droits des canaux du Tech; il a accordé uni-

1. J. ALAVAILL, *ouv. cit.*, p. 60.

2. G. SOREL, *art. cit.*, p. 182.

3. Règlement du canal de Bohère, consulté aux bureaux de la Préfecture de Perpignan.

4. G. SOREL, *art. cit.*, *passim*.

formément un demi-litre par seconde et par hectare, alors que les usagers des anciens canaux, en vertu de leurs titres acquis, réclamaient des concessions abondantes, jusqu'à 2 l. par seconde et par hectare ; la règle du demi-litre, adoptée arbitrairement, non seulement a méconnu les droits acquis, mais a été néfaste aux prairies et aux jardins exigeants en eau, arrosés par les anciens canaux autour d'Elne¹. Pour la Tet, un projet de réglementation a été présenté en 1887 : quoiqu'il accorde aux quatre ruisseaux d'arrosage les plus importants de la plaine une dotation inférieure à celle des autres, même plus récents, il ne réussirait pas, de l'aveu de ses auteurs, à empêcher la prise d'eau de Millas de rester à sec une partie de l'été². Par là se montrent les avantages qu'avaient, à côté de leurs inconvénients, les anciennes méthodes, fondées sur l'expérience.

En fait, si l'irrigation n'était organisée de très longue date, si elle n'avait, depuis des siècles, contribué à fertiliser la région, si l'entretien des canaux n'était facile, si, pour toutes ces raisons, les taxes n'étaient en général faibles, l'arrosage risquerait de devenir une charge pour le cultivateur. Quelque appoint qu'elle tire des nappes aquifères du sous-sol, à l'aide soit des puits artésiens³, soit des norias, nombreuses surtout dans les jardins, l'agriculture roussillonnaise reste réduite à une condition précaire ; peut-être, dans la vallée de la Tet, sera-t-elle améliorée par la construction, aux sources de ce fleuve, du réservoir des Bouillouses, destiné à fournir l'énergie aux tramways électriques de Cerdagne. Ainsi pourrait être atténué, pour certaines parties du Roussillon, ce mal de la sécheresse, qui a de tout temps menacé le pays, et dont l'acuité, devenue plus grande au XIX^e siècle⁴, n'a pas été étrangère aux modifications essentielles qu'a subies l'économie rurale⁵.

1. G. SOREL, art. cité, p. 103-108. — Par suite de l'établissement abusif de la règle du demi-litre, l'opinion s'est répandue que les terres du Roussillon sont les moins exigeantes en eau : en Provence, tous les canaux ont un litre par seconde et par hectare.

2. M. PRATX, art. cité, p. 161 et suiv.

3. Le premier puits artésien a été creusé en 1829, à Toulouges ; en 1854, on évaluait à 34 000 mc. par jour l'eau obtenue (L. COMPANYO, *Rapport sur les puits artésiens des Pyrénées-Orientales*, dans *Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, IX, 1854, p. 497-501). Lors de l'épidémie phylloxérique, on a procédé à de nouveaux forages en vue de la submersion des vignes.

4. L'enquête agricole de 1866 (*Enquête agricole, 2^e circonscription*, Paris, 1872) constate que les irrigations, en progrès dans les arrondissements montagneux (Prades et Céret), souffrent dans celui de Perpignan. Peu de canaux ont été construits dans le Roussillon au XIX^e siècle. La cause en est due, non seulement aux faibles réserves d'eau, mais aussi à la cherté des frais d'établissement, surtout des expropriations. Une compagnie qui avait voulu, entre 1878 et 1882, donner par un réservoir sur l'Agly, de l'eau à la Salanque, n'a pu trouver d'adhérents en raison des fortes taxes qu'elle demandait. Le canal des Albères, le seul important construit au XIX^e siècle, fait très mal ses affaires.

5. Afin de compléter le tableau des efforts faits par l'homme pour aménager le Roussillon, il faudrait étudier la lutte contre l'eau, le dessèchement, tenté ou

III. — L'ÉVOLUTION DE L'ÉCONOMIE RURALE.

La variété d'aspect et de richesse due à la différence des cultures s'est sans cesse atténuée dans le Roussillon au XIX^e siècle. Peut-être la récente crise viticole a-t-elle seule empêché le pays de devenir, comme les plaines littorales du Bas Languedoc¹, une immense mer

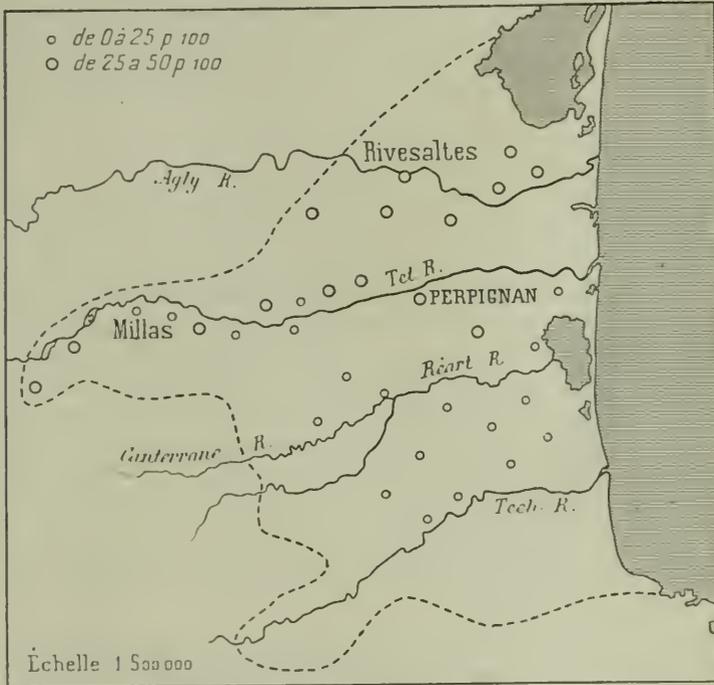


FIG. 2. — Proportion de la surface cultivée en vignes à la surface totale cultivée en 1775 dans la plaine du Roussillon. On a pris comme unités les communes actuelles. (Voir p. 160.)

N. B. — Dans les fig. 2, 3, 4 et 5 la ligne pointillée indique la limite de la plaine.

de vignes. Cette extension des vignobles n'a pas eu pour toutes les parties du Roussillon les mêmes conséquences heureuses; s'il est des endroits où elle était justifiée, en d'autres elle a bouleversé, non sans de fâcheux effets, un équilibre culturel séculaire.

mené à bonne fin des lagunes et marais littoraux des étangs des Aspres : œuvre commencée au moyen âge, reprise au XIX^e siècle et qui est encore un caractère commun au Roussillon et aux autres plaines méditerranéennes. Voir A. BUCTAILS, ouvr. cité, p. 4-5.

1. M. Sonne, *La plaine du Bas Languedoc* (*Annales de Géographie*, XVI, 1907, p. 414 et suiv.).

Arthur Young était frappé de la « fertilité incroyable » que présentaient, au milieu du Roussillon « sec et stérile », les vallées irriguées¹. Les terres qui n'étaient pas arrosées, les terres « aspres », chaudes, sèches, pauvres, ne fournissaient encore, au début du XIX^e siècle, qu'une récolte en blé tous les deux ans, avec un rendement de 12 hl. par hectare². Vers 1825, on sema du fourrage d'hiver sur presque tous les chaumes. Les sols aspres, qui n'avaient presque

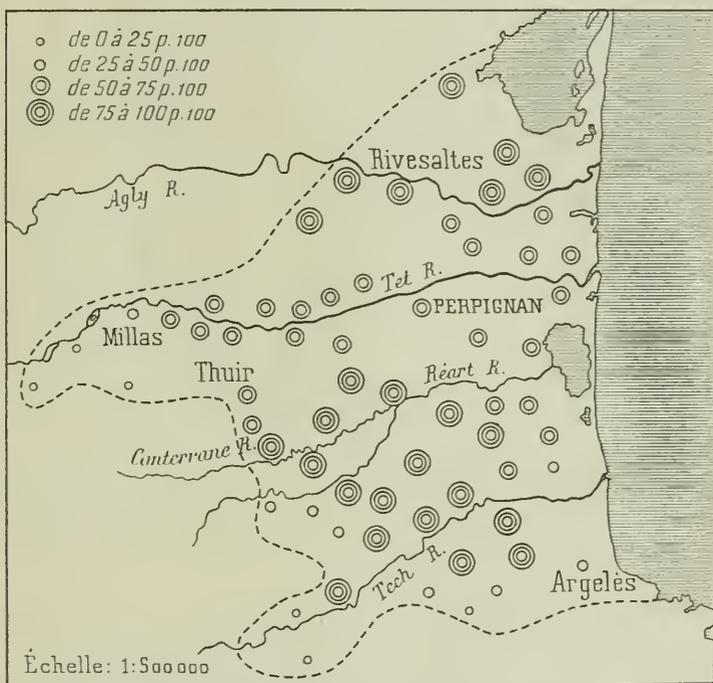


FIG. 3. — Proportion par communes de la surface cultivée en vignes à la surface totale cultivée en 1903 dans la plaine du Roussillon. (Voir p. 162.)

plus de repos, continuèrent à produire peu de céréales et à être tributaires, pour les fourrages, des régions voisines irriguées³. Ces « regatius » formaient de vraies « huertas », au sens précis du mot⁴, puisque, continuellement en culture, ils donnaient, en deux ans, quatre

1. A. YOUNG, *Voyage en France*, trad. LESAGE, Paris, 1860, II, p. 14.

2. F. JALABERT, *Géographie du département des Pyrénées-Orientales*, Perpignan-Paris, 1819, p. 87; — L. DURAND, *Note sur les jachères* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XV, 1867, p. 238).

3. L. DURAND, art. cité, p. 260; — J. LABAU, *Étude sur les assolements dans les Pyrénées-Orientales* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XXVI, 1884, p. 177 et suiv.).

4. JEAN BRUNHES, ouvr. cité, p. 36.

récoltes, quelquefois cinq. En novembre, on semait le blé, qui était moissonné en juin; il était aussitôt remplacé par les haricots et le gros millet; les haricots récoltés fin août, le gros millet restait sur pied, et, entre ses tiges, on semait des fourrages; le bétail les paissait de novembre à janvier, tandis que le millet avait été récolté en octobre. En janvier, les terres étaient préparées pour recevoir des pommes de terre, des haricots ou du chanvre, qui étaient enlevés fin août. Et, en novembre, le cycle recommençait¹.

Une enquête de 1775 permet une appréciation approximative de l'importance des diverses cultures à cette époque (fig. 2)². Pour les paroisses dont les dossiers ont subsisté, les terres arrosables du Roussillon occupent 7 066 ha., surtout le long des vallées, notamment dans celle de la Tet, et dans les plaines littorales. Les terres aspres s'étendent sur 13 163 ha., sans compter 1 235 ha. pour les olivettes, dont le revenu, déjà regardé comme fort aléatoire³, ne saurait compenser l'insuffisance des ressources agricoles; ces terres aspres se trouvent un peu partout, mais surtout dans la Basse Salanque et dans la région à laquelle elles ont donné son nom. À côté de la part faite aux prés (1 386 ha.), aux bois et pacages (1 148 ha.), etc., il faut noter pour la vigne 7 885 ha.⁴.

Les efforts de l'autorité pour empêcher l'extension des vignobles au détriment des emblavures, la double ligne de douanes qui enserrait le Roussillon, la difficulté des communications, tout s'opposait au développement de la vigne⁵. Limitée, au XVII^e siècle, « à des terrains pleins de gravier et de cailloux ou sur des hauteurs qu'on appelle aspres⁶ », elle n'est guère plus favorisée en 1775. Nulle part elle

1. L. COMPANYO, *Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales*, Perpignan, 1861-1864, I, p. 40.

2. J. GUIBAUD, *Enquête économique sur le Roussillon en 1775* (préface de Pu. TORREILLES) (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XLIII, 1902, p. 291-337). — Les dossiers de plusieurs paroisses n'ont pas été retrouvés. Mais, d'après ce que nous savons de la répartition des cultures, ces lacunes ne sauraient infirmer les indications de proportions, que donnent nos chiffres.

3. E. DESPLANQUE, *L'intendance du Roussillon. Mémoire de M. Pierre Poeydavant* (*Bull. Soc. agr. sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XL, 1899, p. 327). — Les produits de l'olivier sont « casuels », dit F. JALABERT (ouvr. cité, p. 95), et il indique que, parfois, cinq ou six ans de suite se passent sans récolte.

4. D'après G. CAZES, *Note complémentaire sur l'état de l'agriculture dans les Pyrénées-Orientales en 1889* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XXX, 1889, p. 432-476). Les pays qui forment ce département auraient compris, en 1789, 3 000 ha. de vigne. On n'indique aucune source. — A. BRUTAILS (*Notes sur l'économie rurale du Roussillon à la fin de l'ancien régime*, dans *Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XXX, 1889, p. 234) donne, d'après les états pour l'imposition du dixième, 11 660 ha. de vigne dans les vigneries de Roussillon et Vallespir, Conflent et Capcir.

5. A. BRUTAILS, *Notes sur l'économie rurale du Roussillon...* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XXX, 1889, p. 267 et suiv.).

6. D'après VAUBAN, dans Pu. TORREILLES, *L'œuvre de Vauban en Roussillon* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XLII, 1901, p. 181-294).

n'occupe la moitié de la surface cultivée; sa proportion aux autres cultures n'est jamais de beaucoup supérieure et en général reste inférieure à 25 p. 100; dans les plaines littorales et les Aspres, elle est de moins de 5 p. 100, souvent même nulle.

L'étendue cultivée en vigne n'augmenta d'abord qu'avec lenteur. Il semblait hasardeux de diminuer la surface consacrée aux céréales; le revenu du vin restait médiocre et aléatoire, par suite de la difficulté et de la cherté des transports; encore, vers 1820, les vignes dans le Roussillon étaient-elles à peu près uniquement plantées sur des terres impropres à toute autre culture¹; en 1840, leur superficie dans le département des Pyrénées-Orientales était de 25 000 ha.², dont une bonne part revenait au pays de Fenouillet. Survint en 1847 l'oïdium, qui diminua la production vinicole de la France jusqu'à 10 millions d'hectolitres en 1854³. Le prix du vin augmenta; le Languedoc, incité par cet accroissement des prix, développa ses cultures de vignes. En même temps, les chemins de fer ouvraient de lointains débouchés à la culture méridionale⁴. En 1857, la ligne de Narbonne à Perpignan était mise en exploitation. Le Roussillon imita le Languedoc, qu'il voyait s'enrichir en affectant à la vigne ses bonnes terres⁵. Quelques esprits avisés protestaient: il était dangereux de remplacer, dans les terres de première qualité, le blé par la vigne; on obtenait ainsi une production abondante, mais, contrairement aux traditions locales, on serait amené à rechercher la quantité au détriment de la qualité⁶. Malgré ces appréhensions, les vignobles, dans le département des Pyrénées-Orientales, s'étendaient, en 1870, sur 60 000 ha., et, répandus partout, ils constituaient la principale culture de la plaine⁷. Le vin était réputé le seul produit avantageux pour le propriétaire: les fortunes énormes réalisées dans l'Aude et l'Hérault, qui avaient précédé le Roussillon, faisaient de la vigne la culture recommandée par les agronomes, qui conseillaient d'en couvrir 100 000 ha. dans le département des Pyrénées-Orientales et fondaient sur sa réussite la future opulence du Roussillon⁸. L'épidémie phylloxérique, apparue en 1863, épargnait encore le pays, qui profitait de la déchéance des autres régions pro-

1. F. JALABERT, *ouv. cité*, p. 95.

2. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, *Statistique agricole de la France*, Paris, 1840.

3. ST. BÉDOS, *Rapport sur la maladie de la vigne* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XI, 1858, p. 607).

4. D^r COT, *La situation vinicole, Campagne 1900-1901*, Paris, 1901.

5. Discours du président de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, X, 1856, p. 290).

6. Abbé DELHOSTE, *Notice sur le blé* (*ibid.*, XI, 1858, p. 474).

7. Discours de M^r AUGUSTE LOUBBES, président de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales (*ibid.*, p. 458).

8. *Enquête sur l'agriculture. Mémoire de M. S. MORER* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XIX, 1872, p. 258-286); — J. LABAU, *Culture de la vigne* (*ibid.*, XVIII, 1870, p. 40).

ductrices. Les dix années qui ont précédé l'invasion de la maladie en Roussillon sont restées légendaires pour les revenus que rapportait la vigne, évaluée, en 1879, à 80 000 ha. Attaqué par le phylloxéra en 1878, le Roussillon se préoccupait moins de lutter contre le mal que de reconstituer le vignoble avec le plant américain : dès 1887, on attribuait à celui-ci 30 000 ha., sur 46 000 de vignes. La viticulture reprenait son importance de naguère ; elle jouissait de la même faveur ; c'est à elle, disait-on, que « le propriétaire a recours pour compter sur un revenu ». En 1901, elle avait repris le terrain que lui avait fait perdre la crise phylloxérique. Cependant, nul ne songeait plus à planter ; quelques-uns même arrachaient¹.

En 1903, la vigne occupait dans tout le Roussillon plus de la moitié de la surface cultivée (fig. 3) ; elle avait donc énormément gagné sur ses positions de 1775² ; elle n'avait perdu que dans quelques communes, comme Ille, dont les vignobles occupaient en partie les premières pentes des montagnes, où des terrasses, envahies aujourd'hui par la végétation de garrigues, témoignent encore de leur ancienne extension. Si les coteaux rocheux ont été abandonnés, par contre la vallée de la Tet, où prospéraient les céréales et les herbages, est plus qu'à moitié livrée à la vigne, qui couvre encore les huit dixièmes de la Salanque et escalade toutes les pentes des Aspres. On ne peut s'étonner que, dans les Aspres, les céréales aient été remplacées par une culture plus appropriée aux conditions de l'économie rurale ; mais il est surprenant que la Salanque, jadis réputée le « grenier » du Roussillon, en soit aujourd'hui regardée comme la « cave » ; surtout, il paraît regrettable que, dans la vallée de la Tet, beaucoup de terres arrosables, consacrées autrefois aux céréales et aux légumes, le soient aujourd'hui à la vigne.

L'extension de la vigne³, son extraordinaire développement dans les plaines littorales, la substitution du plant américain au plant indigène, ont eu pour le Roussillon des conséquences économiques déplorables. La viticulture, après la crise de l'oïdium, surtout après celle du phylloxéra, a recherché les gros rendements et n'a parfois obtenu la quantité qu'aux dépens de la qualité⁴ ; elle a été grevée de frais

1. Voir dans le *Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, les Rapports annuels sur la culture de la vigne, surtout en 1889, 1894, 1899, 1900, 1902.

2. D'après les dossiers cantonaux et communaux pour la statistique agricole de 1903, consultés à la Préfecture des Pyrénées-Orientales.

3. Voir, pour cette extension de la vigne, la feuille xxxv-48 (*Perpignan*) de la nouvelle Carte de France à 1 : 50 000.

4. L'Enquête agricole de 1866 indiquait pour le Roussillon un rendement moyen de 14 hl. par hectare, un maximum de 30 hl. Dans la *Réponse au questionnaire de la Commission viticole de la Chambre des Députés*, en 1902, le rendement moyen a été fixé à 35 hl., le maximum à 120 hl. (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XLIII, 1902, p. 81.) Encore ces derniers chiffres sont-ils plutôt inférieurs à la

plus lourds que par le passé¹ ; enfin, non seulement elle a repris en France son importance antérieure, mais elle a été répandue dans tous les pays méditerranéens, autrefois nos tributaires² ; le Roussillon n'a trouvé que d'insuffisants débouchés à ses vins, qui, en majeure part, ne se distinguaient pas de ceux des plaines littorales voisines³. Une crise a éclaté en 1900, année où la récolte, de qualité inférieure dans le Roussillon, atteignait dans toute la France son maximum de quantité ; après une courte interruption, elle a repris devant l'encombrement du marché ; aggravée, sans doute, par la fraude, elle n'en a pas moins des causes économiques générales et menace pour cette raison de s'éterniser⁴.

Elle n'est point également douloureuse pour tout le Roussillon : dans les plaines littorales, les propriétaires, grâce à l'abondance du rendement, peuvent écouler leurs produits avec un bénéfice modéré, mais certain, tout en les vendant à des prix que les vigneron des coteaux des Aspres ou de la vallée de l'Agly qualifient, à juste titre, de prix de famine. Surtout, le Roussillon n'éprouve ni misère ni gêne partout où il existait des terres arrosables et où les propriétaires, au lieu de gaspiller l'eau en la consacrant à l'arrosage des vignes, ont conservé et développé les cultures dont la richesse et la variété font la renommée des huertas méditerranéennes⁵.

Céréales et fourrages n'ont pas complètement disparu ; ils ne sont vraiment exclus que des Aspres, dont ils étaient autrefois l'unique et médiocre ressource, et où la vigne semble s'adapter seule aux exigences du sol et du climat. Au Sud de la Tet, les prairies naturelles n'ont pas cessé d'occuper une partie des plaines littorales, et, depuis la crise viticole, elles y regagnent du terrain. Mais c'est surtout dans

réalité. Quant à la richesse en alcool, les produits de l'ancienne viticulture se tenaient en général au-dessus de 12° et atteignaient 17°. (Bovis, *Alcoolicité de plusieurs vins du département des Pyrénées-Orientales*, dans *Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, IV, 1839, p. 115-125.)

1. L'Enquête agricole de 1866 évalue les frais de culture d'un hectare à 174 fr. ; ils étaient, en 1894, de 649 fr. 50, d'après G. CAZES, *L'exploitation viticole en Roussillon* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XXXV, 1894, p. 113). La vigne américaine exige des fumures abondantes, de fréquents sarclages ; elle doit être défendue contre de nombreuses maladies, dont certaines, le mildiou par exemple, étaient inconnues avant elle.

2. A. POURIAU, *La crise de la viticulture française*, Paris, 1901, p. 50 et suiv.

3. Les vieux roussillons étaient des grenaches et des carignans, hauts en couleur, fortement alcooliques, de longue garde, robustes. Seuls, les produits des Aspres rappellent aujourd'hui leurs qualités ; ceux des vallées se rapprochent déjà beaucoup des vins communs du Midi ; ceux des plaines côtières sont identiques à ceux du Bas Languedoc. — Voir : A. MÜXTZ, *Les vignes, recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation*, Nancy, 1895, p. 111-113.

4. Pour suivre l'histoire de la crise viticole, consulter, aux Archives de la Chambre de Commerce de Perpignan, un registre où une Commission spéciale consigne et commente, depuis 1899, les variations mensuelles du cours des vins.

5. P. VIDAL DE LA BLACHE, *Des rapports entre les populations et le climat sur les bords européens de la Méditerranée* (*Revue de Géographie*, XIX, 1886, p. 415 et suiv.).

la région arrosée, en amont de Perpignan, par les canaux dérivés de la Tet que le sol, avec les produits de la vigne, en porte d'autres encore, dont les revenus sont, à l'heure présente, moins aléatoires; des prés, d'une extraordinaire fécondité, des champs, où de multiples cultures se succèdent suivant le même cycle et avec la même prospérité qu'au début du XIX^e siècle, interrompent la continuité des vignobles; la vallée prend un aspect agricole, de plus en plus semblable, à mesure qu'on la remonte, à celui qu'elle offre dans les bassins du Conflent. Mais le Conflent lui envie ses jardins: ils forment à Ille et à Perpignan une ceinture verdoyante et fraîche, et, entre ces deux villes, ils sont la richesse de cette zone du « Rivalal », qui s'allonge, suivant la rive gauche de la Tet, jusqu'au près de Bompas. Dans le cours inférieur du Tech, Elne est un autre centre horticole; elle est favorisée par son excellent réseau d'irrigation, par son climat, plus chaud encore que celui de Perpignan, par son sol, ancien fond de marais, particulièrement fertile; et les villages qui, au Sud du Tech, profitent des eaux descendues des Albères ont imité l'exemple de l'ancienne capitale roussillonnaise. Celle-ci demeure aujourd'hui le débouché des Albères et des Aspres. Triomphant de la sécheresse estivale par l'irrigation, l'horticulture, grâce au puissant soleil, obtient une abondance de produits variés et naturellement précoces. Les jardins sont sur les terrains riches, recherchent le limon fluvial; par là même, souvent assis en contre-bas, ils sont défendus contre la tramontane; lorsque manque cet abri naturel, des haies de cyprès ou de lauriers, des clayonnages, dont les roseaux sont pris à la rivière voisine, protègent, contre le vent destructeur et desséchant, les légumes et les primeurs, les artichauts, renommée de Perpignan, les asperges, fortune du « Rivalal », que viennent doucement chauffer les rayons du soleil tamisés par le feuillage clair des pêchers¹.

Le manque de bonnes voies de communication avait longtemps gêné les progrès de l'horticulture. C'est à dos d'homme ou de bête que les gens d'Ille et d'Elne allaient vendre une partie de leurs produits dans les villages du Conflent et du Languedoc, dans ceux de la côte et des Aspres. Des chariots transportaient le reste à Perpignan et de là dans les départements voisins². Le chemin de fer est d'abord arrivé à Perpignan, où la culture maraîchère et ses expéditions se sont développées en conséquence, puis à Elne, où des jardiniers perpignonnais sont aussitôt venus s'établir. Aujourd'hui, Ille, Elne et Perpignan sont les trois gros centres d'expéditions, indépendants l'un de l'autre,

1. Sur les cultures maraîchères, notamment celle de l'artichaut à Perpignan, voir: ARDOUX-DEMAZIL, *Voyage en France, 37^e série, Le golfe du Lion*, Paris, 1904, p. 274 et suiv.

2. A. SIAU, *Rapport sur l'industrie maraîchère des Pyrénées-Orientales* (Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales, X, 1856, p. 198-222).

les deux derniers plus importants. Il part annuellement du Roussillon 7 000 t. environ de primeurs et de fruits¹.

Les régions maraîchères, ayant conservé leur prospérité malgré la crise viticole, ont été un exemple qu'on a voulu imiter. Depuis ces dernières années, il n'est guère d'exploitation où l'on ne réserve quelque place au jardinage; des viticulteurs arrachent la vigne; d'autres intercalent entre les souches des légumes à racine courte, plus souvent des arbres fruitiers, des pêcheurs surtout; c'est une vraie fureur de plantation horticole, analogue à celle qui naguère a fait inconsidérément étendre les vignobles. Il est déjà question d'une crise des cultures maraîchères, due sans doute à l'abondance des produits qui n'a pas été sans avilir les prix², mais expliquée par d'autres raisons encore : l'éloignement où se trouve le Roussillon des grands centres de consommation, l'esprit de routine des jardiniers et des expéditeurs, obstinément fidèles ceux-ci aux anciens débouchés, ceux-là aux anciennes méthodes³. Des efforts sérieux sont tentés pour montrer la nécessité de faire connaître les légumes et les fruits du Roussillon dans des pays nouveaux, de les transporter en des wagons frigorifiques, d'employer les engrais chimiques et de hâter artificiellement la maturité de quelques produits. Le danger de la surproduction paraît, au reste, moins redoutable, depuis que s'est établie à Ille une grande usine, où les excédents de récolte sont mis en conserve ou transformés en gelées et confitures.

IV. — LA RÉPARTITION DE LA POPULATION.

L'évolution qu'a subie l'économie rurale dans le Roussillon au XIX^e siècle, les transformations qui sont résultées de l'arrivée des voies ferrées et du développement de certaines cultures, n'ont pas été sans exercer leur influence sur la densité et la répartition de la population. Le trait qui frappe d'abord est la forte densité⁴. Elle ne résulte pas du voisinage de villes surpeuplées et de campagnes désertes : les habitants sont concentrés en de gros bourgs; beaucoup de villages ont plus de 1 000 âmes, quelques-uns seulement moins de 500; les

1. Il s'agit des expéditions faites par les gares; elles étaient, en 1888, de 4 500 t. — Voir les tableaux publiés annuellement, depuis 1889, par M^r G. Cazes, dans le *Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*.

2. TIXÉ, *Rapport sur le concours d'horticulture* (*Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales*, XLVIII, 1907, p. 127-129).

3. Voir les *Rapports* [annuels] *sur la situation agricole et industrielle du département des Pyrénées-Orientales* dans les *Comptes rendus des travaux de la Chambre de Commerce de Perpignan*, depuis 1902.

4. Notre carte de densité (fig. 5) porte sur le recensement de 1901, parce qu'il est antérieur à la crise viticole. Celui de 1906 marque une légère diminution dans l'ensemble, sauf pour Perpignan, où la démolition des remparts avait attiré un certain nombre d'ouvriers.

plus importants, comme Rivesaltes, qui atteint près de 6 000, peuvent encore être regardés comme des agglomérations rurales¹; sauf de rares et insignifiantes exceptions, toute la population est groupée au chef-lieu, et c'est une analogie de plus avec le Bas Languedoc.

La forte densité n'est pas partout très ancienne. De 1831 à 1901 (fig. 4 et 5), la population a doublé et même triplé dans les Aspres; il ne semble pas douteux que cette augmentation ne soit liée à l'exten-

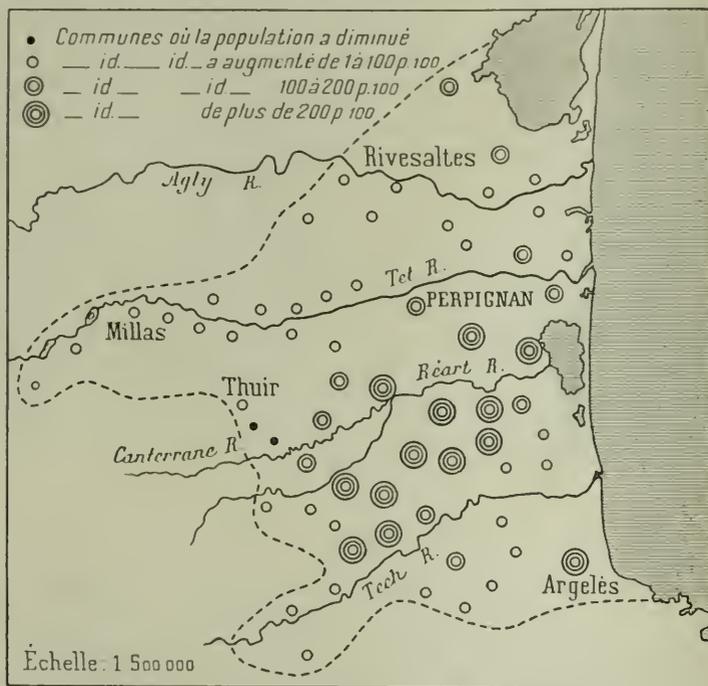


FIG. 4. — Augmentation de la population, par communes, entre 1831 et 1901, dans la plaine du Roussillon.

sion de la vigne; d'une région longtemps pauvre et soumise à la jachère, cette culture avait fait une contrée prospère, où les espaces incultes sont aujourd'hui rares, où les travaux agricoles nécessitent, toute l'année, des bras fort nombreux. A l'Ouest des Aspres, où le sol et le climat sont moins propices à la viticulture, l'accroissement de la population est moins sensible et finit par faire place à une diminution. La vallée de la Tet contraste avec les Aspres; elle n'est guère plus peuplée qu'elle ne l'était en 1831, et cependant elle l'est autant, même plus que les parties les plus denses du Roussillon; elle était,

1. C'est à ce chiffre de 6 000 que nous avons réduit la population de Perpignan, pour le calcul de la densité (fig. 5).

dès le début du XIX^e siècle, assez féconde, grâce à l'irrigation, et assez activement travaillée pour nourrir la nombreuse population qui lui fournissait une abondante main-d'œuvre. En 1831, les habitants étaient concentrés en de vraies oasis, sur les terres arrosables, auprès d'Elne, de Rivesaltes, surtout le long de la Tet, dans les villages qui s'égrènent suivant la rivière qui fait leur prospérité et a valu à juste titre, à la région où ils se groupent, son nom de Rivalal. Aujourd'hui, le Rous

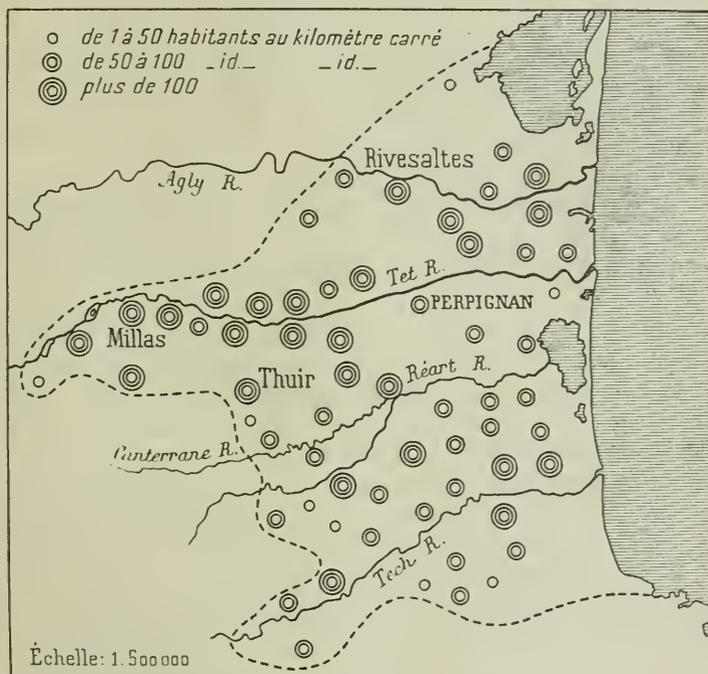


FIG. 5. — Densité kilométrique de la population, par communes, d'après le recensement de 1901, dans la plaine du Roussillon.

sillon, dans son ensemble, forme une région très peuplée, qui s'oppose par là aux pays qui l'entourent.

L'augmentation de la population est due, en partie, à l'arrivée d'immigrants. Beaucoup de montagnards des Pyrénées orientales sont venus, jusqu'à ces dernières années, se fixer dans le bas pays, attirés par les meilleures conditions d'existence. Les Espagnols, qui sont plus de 10 000 dans les Pyrénées-Orientales, sont presque tous établis dans le Roussillon. Par contre, le Roussillonnais ne s'exile pas, ou du moins ne s'exilait pas volontiers : le mouvement d'émigration vers la République Argentine, que des agences avaient provoqué de 1888 à 1892, était factice et s'est vite arrêté; d'autre part, les Pyrénées-

Orientales sont parmi les départements dont on compte, proportionnellement, le moins d'originaires émigrés à l'intérieur de la France. On ne peut encore dire avec précision les conséquences de la crise viticole sur le mouvement de la population.

Il est des moments où les habitants du Roussillon sont obligés d'avoir recours à la main-d'œuvre étrangère. Au xviii^e siècle, les cantons arrosés, la vallée de la Tet surtout, voyaient arriver, au moment du dépiquage du blé et de la fenaison, les gens du Conflent, du comté de Foix, du Donnezan, du pays de Sournia; les vendanges attireraient les Espagnols, qui passaient par le Perthus et Prats de Mollo. Aujourd'hui, les vendanges seules provoquent une immigration temporaire, du Conflent, de la Cerdagne, du Capcir, du Vallespir : les montagnards qui ont terminé les travaux de l'été, qui attendent la maturité des pommes de terre pour commencer ceux de l'automne, viennent gagner dans le vignoble un petit pécule; quant aux Espagnols, au mois de septembre, ils envahissent littéralement le Roussillon, arrivant en général par la voie ferrée Barcelone-Perpignan.

Les indications qui précèdent sur la population du Roussillon paraissent la meilleure conclusion à l'étude de ce pays, où nous avons essayé de montrer comment avaient collaboré l'homme et la nature. Longtemps, les seules parties riches et peuplées ont été celles où l'irrigation assurait l'eau à des terres déjà fertiles en bien des points par elles-mêmes; ailleurs, le Roussillon, aride et pierreux, avait des productions médiocres qui nourrissaient un petit nombre d'habitants. Au xix^e siècle, le changement des conditions politiques et la pénétration des voies ferrées ont permis au Roussillon de prendre à la vie économique de la France une part plus active et de développer une culture merveilleusement adaptée au climat et au sol. Il était ainsi arrivé à une prospérité qui faisait dire que jamais l'histoire de la contrée n'avait présenté « un pareil développement de la fortune publique et du bien-être »¹. Le bien-être n'est plus guère aujourd'hui qu'un souvenir pour le Roussillon, qui souffre d'avoir compté sur les revenus d'une culture unique, et qui doit, pour connaître à nouveau les temps d'abondance, mieux se plier aux exigences de la production et du commerce modernes et mieux profiter, partout où faire se peut, des dons que la nature a prodigués aux plaines méditerranéennes.

PII. ARBOS,

Agrégé d'Histoire et de Géographie.

1. A. BRUTAILS, *Notes sur l'économie rurale du Roussillon...* (Bull. Soc. agr., sc. et litt. Pyrénées-Orientales, XXX, 1889, p. 229).

III. — NOTES ET CORRESPONDANCE

LES RÉGIONS VOLCANIQUES DU PUY-DE-DÔME

D'APRÈS M^r GLANGEAUD

PH. GLANGEAUD, *Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme. — Première partie. Limagne. Chaîne de la Sioule, etc.* (Bull. Services Carte géologique de la France..., XIX, 1908-1909, n° 123.) Paris, Ch. Béranger, 1909. In-8, 180 p. [p. 199-378], 73 fig. coupes et phot. 3 pl. dont 2 cartes géol. col. à 1 : 500 000 et 1 : 200 000. 40 fr.

En même temps qu'il préparait la nouvelle édition de la feuille 166 (Clermont-Ferrand) de la Carte géologique à 1 : 80 000, qui vient de paraître, M^r PHILIPPE GLANGEAUD commençait la publication, sur les régions volcaniques du département du Puy-de-Dôme, d'une étude d'ensemble, qui résume, avec tous les travaux antérieurs, dix années de recherches laborieusement et passionnément poursuivies¹. Bien que fragmentaire encore, elle fournit assez de résultats et d'aperçus généraux pour qu'il y ait lieu de la signaler tout particulièrement dans ce recueil.

Vieille région montagneuse plissée à la fin des temps primaires, déjà disloquée et pénétrée par l'activité éruptive, le Massif Central n'était plus, au début du Tertiaire, qu'une pénélaine probablement très basse. Mais, en même temps que commençaient à se dessiner, au voisinage de sa bordure méridionale, les plis pyrénéens et provençaux, à la fin de l'Éocène ou au début de l'Oligocène, des mouvements du sol s'y propageaient, des dépressions peu profondes s'y constituaient, où se rassemblaient les eaux. La plus ancienne paraît bien être celle qui, du Sud de la Limagne, s'étendait vers la région du Bas Rhône. L'exhaussement méridional du massif interrompt cette communication. La pente est désormais vers le Nord, où la cuvette parisienne s'affaisse, laissant pénétrer la mer des Sables de Fontainebleau. Toutefois, le relief est encore très faible, puisque l'Auvergne est alors couverte de lacs et de lagunes. On y distingue une dépression principale, celle de la Limagne, et, plus à l'Ouest, deux chenaux allongés vers le Nord-Nord-Est, l'un parallèlement aux vallées actuelles de la Miouse et de la Sioule, l'autre sur l'emplacement de la grande dislocation, datant de l'époque houillère, qui traverse tout le massif. Ce dernier se poursuit très probablement vers le Sud jusqu'à la dépression d'Aurillac. Pendant toute la période oligocène, la cuvette de la Limagne ne cesse de s'approfondir lentement, remblayée, à mesure qu'elle s'affaisse, par des sédiments qui se déposent sous des eaux peu profondes. Un sondage exécuté à Macholles,

1. Voir également : PH. GLANGEAUD, *Géographie Physique et Géologie [du département du Puy-de-Dôme] (Clermont et le département du Puy-de-Dôme. Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, Clermont-Ferrand, 1908, p. 1-60, 20 fig., 2 pl. cartes; à part 63 p., 2 pl.; voir XVIII^e Bibliographie 1908, n° 290); — Id., *Les Volcans d'Auvergne, Leurs Caractères, Leur Genèse, Leur Évolution*. (Extr. de la *Revue Scientifique* des 16 janvier et 6 mars 1909.) Paris [1909]. In-8, 62 p., 25 fig. et pl. cartes, coupes et phot. (vente : Gauthier-Villars, 2 fr.).*

près de Riom, pour la recherche du pétrole, les a traversés sur une épaisseur de 1 000 m. Ce sont, dans l'ordre de leur superposition, des sables, des marnes et des calcaires.

Le Miocène est, pour le Massif Central, la grande période d'exhaussement et de fractures. C'est alors qu'il se dresse en un véritable massif montagneux, relevé à l'Est et au Sud, lentement incliné vers l'Ouest et le Nord. Les sédiments oligocènes, qui s'étaient déposés à une altitude voisine de 0 m., se trouvent portés à plus de 1 000 m. dans certaines parties de la Limagne. De pareils mouvements du sol, affectant des masses rigides, ne vont pas sans des dislocations profondes. Entre les deux grandes lignes de failles qui la limitent à l'Est et à l'Ouest, la Limagne se tasse et s'affaisse. C'est un bassin d'effondrement tout à fait comparable à celui de la vallée du Rhin entre Bâle et Mayence. Les dislocations transversales ou longitudinales ont continué jusqu'au Pliocène, découpant les sédiments en paquets qui ont joué au contact les uns des autres. Le volcanisme est la conséquence de toutes ces fractures. L'affaissement de la Limagne a déterminé la montée des laves : elle a commencé au Miocène inférieur et s'est poursuivie, avec des périodes de repos et de paroxysme, jusqu'à l'époque quaternaire.†

M^r GLANCEAUD a pu compter, dans la seule Limagne, une centaine de ces points éruptifs, constituant plus de soixante collines volcaniques. Ce sont tantôt des plateaux allongés, couverts d'une nappe de basalte doucement inclinée vers le centre de la cuvette ou découpée en gradins par les fractures postérieures à la coulée, tantôt des pitons coniques, culots de lave consolidée dans les anciennes cheminées volcaniques, dégagés par l'érosion. Ces pitons de roches sombres fournissaient, au-dessus de la plaine, des positions faciles à défendre, et de nombreux châteaux s'y sont édifiés. D'autres collines, aux contours plus ou moins arrondis, sont constituées par la pénétration des laves à travers les couches marneuses ou calcaires avec lesquelles elles sont intimement mélangées (pépérites). Enfin, quelques cratères récents ont conservé la fraîcheur de leurs formes, comme ce curieux petit Puy de Crouelle, véritable volcan en miniature, qui se dresse à 80 m. au-dessus de la plaine, au voisinage immédiat de Clermont.

Toutes ces coulées, tous ces pointements éruptifs s'étagent, à des niveaux différents, sur les bords ou dans l'intérieur de la Limagne. Un panorama pris par M^r GLANCEAUD du sommet du pic d'Ysson (pl. III) en montré le singulier assemblage. Même les vallées, dans ce curieux et attachant pays, gardent les traces du volcanisme : par là sont descendues les dernières coulées de basalte, consolidées en colonnades prismatiques, ou les traînées de scories rougeâtres, les « cheires », comme celle qui barre le lac d'Aydat, et qu'on dirait sortie d'un cratère encore en pleine activité. L'étude du sous-sol de Clermont montre que les hauts quartiers de la ville occupent les restes d'un cône éruptif, une butte de tuf volcanique, séparée par une faille des bas quartiers de l'Ouest. Le long de cette faille, dix-neuf sources minérales s'espaient sur une longueur de vingt kilomètres. Dégagements d'acide carbonique, assez abondants pour être exploités industriellement à Aigueperse; sources thermales; sorties de bitume, surtout entre Clermont et Pont-du-Château, particulièrement au Puy de la Poix; suintements de pétrole, au Puy de la Poix encore; enfin, et surtout, degré géothermique

très élevé dans le sous-sol de la Limagne (14 m. au lieu de 33 m.), — tout indique que l'activité volcanique n'y est pas complètement éteinte.

Sur le soubassement cristallin, élevé d'un millier de mètres, qui domine à l'Ouest la Limagne, M^r GLANGEAUD distingue plusieurs alignements volcaniques. Le mieux conservé, celui de la chaîne des Puys, n'occupe, en effet, ni le rebord, ni le sommet de ce voussoir. La base du Puy de Dôme n'est pas visible de Clermont, et les coulées des Puys se sont épanchées surtout à l'Ouest, vers la Sioule. Il y a là, sur le sommet de cette bordure, des restes de volcans démantelés, dont les débris ont été recouverts par les coulées récentes et se retrouvent même dans les projections du Puy de Dôme. Ils semblent bien être contemporains des plus anciens volcans de la Limagne. Enfin, plus près de la grande faille, s'alignent encore huit volcans reconnaissables, et la série paraît se continuer plus au Sud. Le plus connu est la montagne de la Serre, dont la nappe de basalte se profile au loin, en un étroit promontoire, jusqu'en pleine Limagne.

L'activité volcanique s'est également manifestée plus à l'Ouest, sur l'emplacement des deux dépressions oligocènes de la Sioule et de la dislocation houillère. Ces deux dépressions n'ont jamais eu l'importance de celle de la Limagne : l'épaisseur des sédiments, dont l'érosion n'a laissé subsister que des lambeaux conservés sous les coulées éruptives, n'y a jamais dépassé une centaine de mètres. Ce sont exclusivement des formations détritiques (argiles sableuses et poudingues). Mais là aussi des dislocations se sont produites, en relation avec les vieilles dislocations primaires, et, le long de ces cassures, des volcans se sont édifiés. M^r GLANGEAUD distingue une chaîne de la Sioule, alignée sur près de 40 km. dans la direction du Nord-Nord-Est, avec des altitudes, décroissant du Sud au Nord, de 1 038 m. à 705 m., dominant de 100 à 150 m. les vallées de la Miouse, de la Sioule et la haute vallée de la Morge. Elle comprend une quinzaine de collines basaltiques, d'âge miocène. Cet ensemble se complète par des coulées plus récentes, descendues vers l'Est, jusqu'au fond des vallées de la Miouse et de la Sioule. Elles sortent de trois cratères : les Puys de Bauson, de Neuffonds et de la Vialle, dont le bon état de conservation atteste la récente origine. C'est la « petite chaîne des Puys » de M^r GLANGEAUD, qui fait face, de l'autre côté de la Sioule, à celle du Puy de Dôme.

Quant à la grande dislocation houillère, ou, plus exactement, à la zone des dislocations houillères, qui a rejoué même après le dépôt des couches de houille, comme en témoignent les plissements qu'elles ont subis, elle a toujours eu une tendance à rester plus déprimée que les régions voisines. La réouverture des fractures anciennes y a donné naissance à un certain nombre de volcans, dont les principaux sont ceux de Saint-Gulmier, de Voingt, d'Herment, des environs de Pontaugur, de Messeix, de Bort. Le plus élevé, le Puy de Saint-Gulmier, atteint 860 m., mais ne domine guère que de 250 m. le plateau sur lequel il se dresse.

En résumé, M^r GLANGEAUD a pu distinguer dans la région étudiée sept périodes d'activité éruptive. Il a pu montrer aussi que cette activité avait commencé à se manifester dans la Limagne dès le Miocène inférieur. La nappe de basalte du plateau de Gergovie repose sur 40 m. d'alluvions dont les fossiles sont incontestablement de cet âge, et dont la flore, très riche, est

celle d'un climat presque tropical. Ces alluvions marquent l'emplacement d'un cours d'eau qui descendait dans la cuvette de la Limagne, désormais exondée. Toute cette région du Massif Central est alors soumise à un ruissellement intense. De cette époque datent probablement les sables granitiques conservés sous les basaltes des côtes de Clermont et de Chanturgue, en légère discordance de stratification avec les dépôts oligocènes, les mêmes qui sont allés plus au Sud combler la cuvette de la Sologne. Le Puy de Var, au Nord de Clermont, permet de dater avec précision la première nappe basaltique : elle est comprise entre les sables granitiques et d'autres alluvions (préservées par une coulée postérieure), contenant des galets de quartz à patine très ancienne, des silex concrétionnés autour de fossiles jurassiques (chailles), des galets de basalte provenant des premières éruptions. Ce sont, évidemment, les apports d'un fleuve venu du Sud, drainant des sédiments jurassiques. Si l'on remarque que l'Allier actuel naît à 1425 m., dans la forêt de Mercoire, à quelques kilomètres des grands affleurements jurassiques, très disloqués, de la Lozère, on admettra sans peine que l'Allier miocène, roulant ces chailles, venait d'une région jurassique dont l'érosion a restreint l'étendue. Or ces alluvions supérieures, qui sont, au Puy de Var, à 600 m., on les retrouve à des altitudes décroissantes vers le Nord : elles ne sont plus qu'à 280 m. sur une terrasse dominant l'Allier de 70 m., à Givrenil (c^{ne} de Besson), au Sud de Moulins. Elles ont été conservées là dans des poches ravinant les calcaires oligocènes, et l'on y a récemment découvert une faune fossile, étudiée par M^r GLANGEAUD, qui permet de les dater de l'Helvétien, c'est-à-dire d'une époque un peu plus récente que les Sables de Gergovie, qui sont du début du Miocène inférieur (Burdigalien). On voit l'intérêt de cette découverte. Elle nous donne l'âge des premières coulées du Puy de Var et de Gergovie, exactement comprises entre le Burdigalien et l'Helvétien. Elle permet encore de se rendre compte que l'Allier miocène, le fleuve qui roulait les Sables de Givrenil, avait une pente beaucoup plus forte que l'Allier actuel. Les affaissements qui se sont produits depuis dans la Limagne ne nous autorisent pas à dessiner avec certitude le profil en long de cet Allier miocène, mais le niveau des sables supérieurs du Puy de Var montre avec évidence que la vallée était alors beaucoup moins profondément creusée qu'aujourd'hui. Les coulées successives des sept périodes éruptives de la Limagne, suspendues à des hauteurs décroissantes de 390 m. à 60 m. au-dessus du cours actuel de l'Allier dans la Limagne, donnent la mesure de cet approfondissement.

Ces dépôts sableux et argileux à chailles jurassiques, M^r MARCELLIN BOULE les avait déjà rencontrés, dans le Velay, jusqu'au voisinage du Mézenc, à Fay-le-Froid, par 1200 m. d'altitude. Il avait montré tout l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir déterminer leur âge¹. Il est infiniment vraisemblable que les sables à chailles du Velay sont contemporains de ceux de la Limagne et qu'ils datent, comme ceux-ci, du Miocène inférieur. Ces sables à chailles du Velay sont dénivelés par des failles et recouverts par des basaltes; les mouvements du sol et les fractures ont donc continué dans le Massif Central après leur dépôt. Mais la grande surrection du massif s'était déjà pro-

1. MARCELLIN BOULE, *Description géologique du Velay* (Bull. Services Carte géol. de la Fr., IV. 1892-1893, n° 28, p. 80 et suiv.).

duite dès le Miocène inférieur, c'est-à-dire avant les grands plissements alpins. C'est à cette masse surélevée que l'érosion s'est attaquée avec vigueur. Il restera à déterminer quelle a été exactement son œuvre dans cette partie orientale du massif, comme M^r DEMANGEON vient de le faire pour le Limousin¹. Dès à présent, on peut prévoir qu'on retrouvera ici encore les mêmes cycles de dénudation, et les études minutieuses de M^r GLANGEAUD permettront de les dater avec précision.

L. GALLOIS.

L'HYDROLOGIE SOUTERRAINE DES CALCAIRES EN BELGIQUE

D'APRÈS MM^{TS} VAN DEN BROECK, MARTEL ET RAHIR.

E. VAN DEN BROECK, E. A. MARTEL, E. RAHIR, *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique, étudiées spécialement dans leurs rapports avec l'hydrologie des calcaires et avec la question des eaux potables*. Bruxelles, H. Lamertin, 1910. 2 vol. in-8, [VIII] + 12 + XXIII p. + p. 1-786 + XL p.; 222 fig. phot., coupes et croquis; 9 pl. cartes, plans et phot.; — [VIII p.] + p. 787-1592 + 92 + LI p.; 213 fig. phot., coupes et croquis; 17 pl. cartes, coupes et phot.; index des termes techniques et des noms de lieux. Ensemble, 25 fr.

La géographie physique des pays calcaires a fait, depuis quelques années, l'objet de travaux nombreux et importants, sans que les recherches des géologues, hydrologues et géographes paraissent avoir encore abouti à un accord sur les points les plus délicats. Le gros ouvrage consacré par MM^{TS} VAN DEN BROECK, MARTEL et RAHIR aux cavernes et rivières souterraines de la Belgique a le mérite d'apporter une contribution importante à la solution de la question du régime des eaux calcaires. C'est le fruit d'explorations spéléologiques poursuivies avec méthode, dans une région très limitée, et fructifiées par une analyse rigoureuse des conditions géologiques.

Nous savons, depuis A. DAUBRÉE², que la circulation des eaux présente dans les régions calcaires des caractères très particuliers. Le relief des territoires calcaires est aussi anormal que leur hydrologie; l'un est fonction de l'autre. Il est curieux, cependant, de remarquer que les recherches sur la morphologie et sur l'hydrologie des calcaires se sont développées presque sans contact.

La monographie la plus remarquable à l'heure actuelle des formes superficielles du relief calcaire est due à J. CVIJIĆ³; elle est fondée sur l'étude de la région du Karst bosniaque, étendue depuis par l'auteur à l'Herzégovine et au Montenegro⁴. L'application de la notion du cycle d'érosion aux terrains calcaires a été tentée récemment par L. SAWICKI⁵, sous

1. A. DEMANGEON. *Le relief du Limousin*, ci-dessus, p. 120 et suiv.

2. A. DAUBRÉE, *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, Paris, 1887.

3. J. CVIJIĆ, *Das Karstphänomen (Geographische Abhandlungen, V, Heft 3, 1893, p. 217-330)*.

4. J. CVIJIĆ, *Morphologische und glacielle Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro (Abhandlungen k. k. Geog. Ges. Wien, II, 1900, p. 147-237, 9 pl.; III, 1901, n° 2, 85 p., 1 pl.)*.

5. LUDOMIR S. SAWICKI, *Szkic krasu słowackiego z poglądem na cykl geograficzny w krasie w ogóle (Kosmos, XXX, 1908, p. 395-444, avec résumé allemand: Skizze des slowakischen Karstes und der geographische Zyklus im Karst überhaupt)*. — LUDOMIR Ritter von SAWICKI, *Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst (Geographische Zeitschrift, XV, 1900, p. 185-204, 259-281, 16 fig. croquis)*.

une forme très remarquable, mais avec une connaissance peut-être insuffisante des données de l'hydrologie souterraine. L'œuvre considérable de E.-A. MARTEL constitue, d'autre part, le dossier le plus complet pour l'étude des formes souterraines, baptisée par lui Spéléologie; la considération du régime hydrologique y tient une place de plus en plus grande, l'évolution des formes superficielles une place assez restreinte. L'étude des sources a conduit les ingénieurs du Service hydrologique du bassin de la Seine¹ à des conceptions différentes de celles de E.-A. MARTEL. Nous devons aussi à A. GRUND² un intéressant essai de synthèse sur le régime des terrains calcaires en rapport avec la géologie et le relief.

La question qui se pose est la suivante. Le régime hydrologique des calcaires est-il assimilable à celui des nappes aquifères en terrains perméables filtrants tels que les sables? Ou bien doit-il être considéré comme un régime irrégulier de circulation torrentielle dans des canaux souterrains anastomosés? La première conception est la plus ancienne; elle est encore défendue chez nous par les ingénieurs qui ont spécialement étudié les terrains crayeux, mais énergiquement combattue par E.-A. MARTEL³. A. GRUND, tout en reconnaissant le rôle de la circulation torrentielle souterraine, estime qu'il peut y avoir saturation de toute la masse calcaire fissurée jusqu'à un certain niveau au-dessus de la couche imperméable sous-jacente, de manière à former une sorte de nappe, dont les fluctuations expliquent l'hydrographie du Karst. FR. KATZER repousse complètement cette manière de voir, en se ralliant aux idées de E.-A. MARTEL⁴.

Le question a une grande importance pratique, au point de vue de l'alimentation des villes en eau potable: les sorties d'eau provenant de la circulation torrentielle souterraine ne sont pas de vraies sources, mais des « résurgences » toujours suspectes de contamination. Au point de vue géographique, la question n'est pas moins importante: l'activité de la circulation souterraine donne le premier rôle à l'érosion mécanique dans le développement des formes calcaires, restreignant la part de l'érosion chimique, contrairement aux vues de certains auteurs. Le régime même des rivières superficielles devra s'expliquer différemment suivant la conception du régime des eaux souterraines. Le rôle régulateur assigné aux terrains calcaires se trouve compromis dans l'hypothèse de la circulation souterraine exclusivement torrentielle.

C'est à ces questions que les patientes recherches de M^r VAN DEN BROECK, aidé de MM^{rs} MARTEL et RAUW, permettent de répondre avec précision. On doit reconnaître qu'il y a une part de vérité dans les deux théories opposées de la circulation souterraine. Avec une entière bonne foi, M^r MARTEL reconnaît lui-même dans l'*Avant-Propos* avoir été jadis trop exclusif. La

1. L. POUCHET, *Étude sur les sources. Hydraulique des nappes aquifères et des sources...*, Paris, 1905. — EDMOND MAILLET, *Essais d'hydraulique souterraine & fluviale*, Paris, 1905.

2. A. GRUND, *Die Karsthydrographie. Studien aus Westbavien (Geographische Abhandlungen, VII, Heft 3, 1903; voir XIII^e Bibliographie 1903, n^o 384).*

3. Notamment dans *Le Sol et l'Eau* (P. BROUARDEL et E. MOSNY, *Traité d'hygiène*, II, Paris, 1906, p. 87-200). Voir aussi: *La Géographie*, XXI, 15 févr. 1910, p. 126-130.

4. FR. KATZER, *Karst und Karsthydrographie (Zur Kunde der Balkanhalbinsel, Heft 8, Sarajevo, D. A. KAJON, 1909. [IV] + III + 91 p., 28 fig.* — Par contre, W. von LOZINSKI se rallie aux idées de A. GRUND à la suite de ses études en Galicie-Podolie. *Die Karsterscheinungen in Galizisch-Podolien*, dans *Jb. k. k. Geol. Reichsanstalt*, LVII, 1907, p. 683 et suiv.)

prédominance de la circulation torrentielle souterraine ou du régime de nappe aquifère dépend des conditions stratigraphiques et tectoniques. Le territoire si restreint étudié par les auteurs est, cependant, assez varié pour qu'on y puisse observer les deux cas.

Les couches dévoniennes et carbonifères offrent une série de bancs calcaires encaissés entre des bancs schisto-gréseux imperméables et affleurant par la tranche dans les bassins plissés de Dinant et de Namur. Les parties anticlinales, et les parties synclinales où la dénudation s'est arrêtée assez au-dessus de la charnière ne permettent pas le développement de nappes sensibles dans le régime superficiel (fig. 1, A). Mais, dans le cas où une charnière synclinale calcaire se trouve à une faible distance de la surface (fig. 1, B), on reconnaît l'existence d'une nappe maintenue par le fond de bateau de la couche imperméable sous-jacente. Il se forme un réservoir, dont le trop-plein peut déborder en donnant de véritables sources, comme on l'observe notamment dans les synclinaux du Nord du Condroz.



Fig. 1. — Conditions tectoniques favorables au régime de circulation torrentielle souterraine (A) et au régime de nappe aquifère (B).

Le blanc indique les bancs calcaires; le gris, les niveaux schisto-gréseux.

Ces deux cas sont définis par les auteurs : « système circulatoire localisé » et « réservoir inférieur statique », expressions auxquelles nous préférons celles de « circulation torrentielle souterraine » et de « régime de nappe aquifère ». Dans le premier cas, on a un réseau de cavités voisines de la surface, où la circulation est relativement rapide, et qui, tour à tour vide ou aquifère, donne aux eaux courantes superficielles un régime irrégulier; les crues sont brusques et suivent immédiatement les fortes pluies, les maigres vont jusqu'à l'assèchement complet. Dans le second cas, on a affaire à un réseau de fentes toujours remplies; le régime des eaux qui en sortent est celui de véritables sources, dont le débit donne une courbe régulière avec maximum d'avril et minimum de fin novembre (en Belgique).

Le premier cas est, dans la région étudiée, le plus commun. C'est aux phénomènes résultant de la circulation torrentielle souterraine que les auteurs ont consacré les trois quarts de leur ouvrage. Ces phénomènes nous étaient déjà en partie connus par des travaux antérieurs sur la région elle-même¹. Jamais ils n'avaient fait l'objet d'un exposé aussi complet. Les monographies des grottes de Han-Rochefort (chap. I-II), de l'Eau-Noire (VI), des « abannets » de Nismes-Couvin (V), de la Lesse souterraine (XIII) devront désormais être consultés par tout géographe ou géologue soucieux d'avoir des notions précises sur le mécanisme compliqué de

1. E. DUPONT, *Les phénomènes généraux des cavernes en terrain calcaireux et la circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort* (Bull. Soc. Belye de Géol., de Paléontol. et d'Hydrolog., VII, 1893, Mémoires, p. 190-297). — E. VAN DEN BROECK, *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires...* (ibid., XI, 1899; Mémoires, p. 378-554).

l'évolution souterraine. Dans chaque cas, les auteurs se sont efforcés de reconstituer les étapes du processus d'enfouissement des eaux. Ils ont surtout reconnu des pertes et des résurgences anciennes à différents niveaux, jusqu'à la surface des plateaux. Parfois, on a pu retrouver le réseau de cavités souterraines correspondant à chaque point d'absorption, reconstituer les thalwegs superficiels dans les schistes abandonnés pour un cours souterrain dans le calcaire, et les anciens cañons formés par l'écroulement de tunnels, depuis abandonnés. L'érosion mécanique, dont les auteurs signalent des traces évidentes, semble donc jouer le premier rôle dans la formation des avens appelés ici « aigueois », « adugeois », « chantoirs ».

Les « abannets » sont de vastes cavités du même type, s'ouvrant sur les crêtes en saillie de calcaire dévonien dans la région de Nismes. On doit y voir les restes d'un réseau souterrain; antérieur à l'arasement des plateaux et à l'invasion de la mer tongrienne, dont les dépôts sableux ont conservé ces vestiges d'abîmes souterrains, aussi anciens que les poches à phosphorites du Querey. Le chapitre consacré à l'étude de cette question est d'un intérêt tout particulier pour les géologues, et la démonstration peut être considérée comme absolument définitive.

Tels sont les principaux résultats de l'étude minutieuse due à MM^{rs} VAN DEN BROECK, MARTEL et RAUM. Ils justifient, aux yeux des auteurs, les dimensions prises par un travail conçu d'abord comme une monographie des terrains calcaires belges, et qui, bien que limité au bassin primaire de Dinant¹, forme deux volumes dont l'ensemble dépasse 1800 p. On aurait mauvaise grâce à leur faire grief de cette abondance, car la crainte d'être accusés de prolixité perce à maintes reprises dans leur exposé, et rien n'a été négligé pour faciliter la lecture : photographies nombreuses, cartes topographiques et géologiques détaillées en couleurs, avec indications hydrologiques, résumés à la fin des principaux chapitres, table analytique, index des noms de lieux². Malgré ces soins, il est, cependant, difficile d'échapper à l'impression que l'ouvrage aurait gagné au sacrifice de certains détails, et que l'influence des idées générales mises en lumière aurait été plus immédiate.

On peut formuler une réserve plus importante sur la portée générale des conclusions. Si la limitation du champ de l'étude a permis de le fouiller à fond, elle exclut la possibilité d'y trouver toutes les combinaisons que peut offrir l'hydrologie souterraine suivant la nature des calcaires et la tectonique. L'importance de la nature lithologique des roches n'a pas échappé aux auteurs; ils notent le rôle des dolomies, et attribuent la pureté de certaines eaux calcaires, non seulement à la disposition synclinale, mais au filtrage par les débris de Crinoïdes bouchant les fentes. Il est probable que certains types de calcaires se prêtent mieux que d'autres à la formation des nappes. Tel paraît être, notamment, le cas de la Craie, où les torrents souterrains, dont l'existence a été démontrée par M^r MARTEL³, pourraient bien être l'ex-

1. Le bassin de Namur est traité en un Appendice au I. II (*Annexe B. Le Bassin de Namur*, p. 8-87). Quelques pages sont consacrées (p. 88-92) aux terrains crayeux.

2. On regrettera seulement l'absence d'une bibliographie, ou la preuve aurait pu être faite que les travaux non écrits en langue française, sur les questions générales abordées, n'ont pas été systématiquement laissés de côté.

3. E.-A. MARTEL, *La caverne de Trépail (Marne) et les rivières souterraines de la Craie* (*Bull.*

ception. D'autre part, les couches horizontales ou subhorizontales, plus ou moins faillées, peuvent, suivant leur épaisseur et leurs conditions d'affleurement, se prêter davantage à la formation de nappes ou au régime de circulation torrentielle.

Souhaitons que des monographies aussi sérieusement mûries que celle de MM^{es} VAN DEN BROECK, MARTEL et RAHIR viennent éclaircir ces points. Lorsque les principaux types du régime hydrologique souterrain auront été exactement reconnus, on pourra espérer en dégager les conséquences géographiques et suivre le cycle de l'évolution en régions calcaires avec autant de sécurité que nous pouvons maintenant le faire pour les formes issues du cycle normal d'érosion subaérienne.

EMM. DE MARTONNE.

L'ÉMIGRATION GRECQUE

L'émigration des Grecs est un phénomène antique : elle fut l'agent essentiel de la transformation du monde romain, de la diffusion de l'Hellénisme. Le type du Grec entreprenant, insinuant, propre à tous les métiers, est classique ; il est aussi florissant que jamais. Mais un élément plus nouveau se développe : le paysan qui émigre au loin, ignorant, grossier, en apparence condamné aux besognes rudes ou viles, et qui réussit, cependant, à se tirer d'affaire et à amasser un pécule. La majeure partie de ces travailleurs se dirige actuellement vers les États-Unis ; d'autres vont jusqu'en Australie, en Nouvelle-Zélande. Cependant, la masse de l'émigration grecque évolue toujours dans les parages méditerranéens, si l'on peut nommer émigration cet échange continu entre le royaume et les autres pays helléniques, ce va-et-vient de Grecs, régnicoles et « hétérogènes ».

Il est malheureusement impossible de donner des chiffres¹. Le mouvement méditerranéen se prête mal à la statistique. On ne peut que constater, et encore en se contentant d'approximations vagues, la diffusion et la puissance des colonies essayées en si grand nombre et si loin. Pour les États-Unis, du moins, on a les statistiques du pays. On peut faire dater la véritable émigration grecque aux États-Unis de 1893, où l'on note un peu plus d'un millier de partants. En 1901, c'est déjà 6 000 ; en 1902, 8 000 ; et, tout à coup, l'impulsion étant donnée, le nombre grandit rapidement : 15 000 en 1905, 19 500 en 1906 ; et, du 1^{er} juillet 1906 au 30 juin 1907, 36 500 Grecs du royaume, auxquels il faut ajouter 7 000 émigrants d'autres pays, qui se sont déclarés de race grecque. Leur nombre, en 1907-1908, s'annonçait comme plus considérable encore, mais la crise américaine s'est fait sentir pour eux comme pour les autres émigrants².

Services Carte géol. de Fr., XIII, 1901-1902, n° 88, 1902, p. 411-431 ; — *Id.*, *Sur la rivière souterraine de Trépail...* (*C. r. Ac. Sc.*, CXXXIV, 1902, p. 1455 et suiv.).

1. Le royaume ne tient aucune statistique de l'émigration. M^r DELYANNI, le regretté ministre de Grèce en France, avait bien voulu s'adresser pour nous à Athènes. On est réduit aux renseignements fragmentaires des Compagnies de navigation. Nous sommes donc doublement reconnaissant à M^r le député AGAMEMNON SCHLIEMANN, fils de l'illustre archéologue, pour les renseignements très précieux qu'il a bien voulu nous donner.

2. Le *Bulletin d'Orient* (qui se publiait, jusqu'au début de 1909, à Athènes) a donné, en mai 1908, un tableau de l'émigration grecque aux États-Unis depuis 1870 (où 23 émigrants grecs étaient signalés). Reproduit dans le journal *Stamboul* du 22 mai 1908.

Il reste certain que le mouvement devient inquiétant. Nos consuls le signalent progressant « tous les jours de plus en plus » ; déjà le manque de bras se fait sentir et aggrave encore la stagnation agricole¹. Or ce sont précisément les mauvaises conditions de l'agriculture qui constituent, sinon la cause principale, du moins la cause initiale de l'émigration : procédés archaïques de culture, poids de l'impôt foncier, crise du commerce des raisins secs, fréquence et impunité des délits ruraux. Ce n'est, certes, pas l'excès de population (41 hab. au kilomètre carré) : la Thessalie, après l'annexion à la Grèce, a été évacuée par près de 40 000 paysans musulmans, et, tout récemment, elle a pu donner asile à toute une population fuyant la persécution bulgare ; cette région, qui doit importer actuellement du blé, pourrait devenir aisément le grenier de la Grèce et exporter au dehors. Dans le Péloponnèse, on rencontre des villages presque totalement désertés. Aux yeux de bons juges², les facteurs moraux sont les principaux, surtout dans les dernières années : entraînement produit par l'exemple ; appât de gains plus élevés, de salaires payés en argent, en or, métaux presque inconnus depuis longtemps en Grèce ; pression aussi des agents d'émigration³, odieuse engeance qui cherche proie en tous lieux, jusqu'en Syrie, jusqu'en Macédoine. D'ailleurs, le Grec est resté épris de voyages et de nouveautés : l'émigration lointaine est pour le séduire. On sait, du reste, avec quelle facilité les populations balkaniques se décident à l'exode. Il arrive aussi, on le verra, que la prospérité même d'un pays pousse aux déplacements.

Les points de départ sont nettement déterminés, comme c'était le cas aussi en Italie avant la propagation presque générale du mouvement : certaines localités de Morée, d'Attique, de Thessalie, certaines îles, et non d'autres qui sont voisines : Santorin, Naxos et plusieurs autres Cyclades, où, parfois, l'on observe déjà non seulement un arrêt dans la population, mais une baisse ; Ithaque ; Céphalonie surtout ; hors du royaume, Samos, Chio. A Santorin, la pauvreté du sol suffit à expliquer le mouvement : les habitants en sont réduits à acheter du blé, de la morue, parfois l'eau même pour boire. A Naxos, comme dans les Cyclades en général⁴, c'est l'excès de population favorisé par la paix et la sécurité. Mais aux îles Ioniennes, l'émigration paraît dater de l'occupation anglaise, qui a noué des liens faciles et provoqué des initiatives avantageuses. Chez les Céphaloniens, le mobile est surtout commercial : « Dans toutes les villes commerçantes de la Russie méridionale et de Roumanie, ils ont pris racine, non seulement dans le petit commerce, mais dans les plus grandes entreprises. D'autres sont poussés par l'espoir d'un gain plus grand vers le Nouveau Monde⁵. » Le Grec de Chio

1. *Rapports consulaires* 1907, n° 595 (Patras) et 613 (Volo).

2. Interviews de MM^{rs} A. SCHLIMMANN et V. BERARD dans *L'Hellénisme* (organe de la Société l'Hellenismos, publié à Paris), 4^e année, juin 1907.

3. *L'Hellénisme*, 4^e année, juin 1907. — Sur leur action en Macédoine, voir : R. PISON, *La question de Macédoine, III* (*Revue des Deux Mondes*, LXXVII^e année, 5^e période, t. 40, 1907, p. 359 et suiv.). Nombre de traits cités au sujet de l'émigration macédonienne pourraient s'appliquer à la grecque.

4. A. PHILIPPSON, *Beiträge zur Kenntnis der griechischen Inselwelt* (*Petermanns Mitteilungen*, Ergzbd. XXIX, 1901, Ergz. n° 134, p. 163).

5. JOSEPH PAUTSCH, *Kephallenia und Ithaka* (*Petermanns Mitteilungen*, Ergzbd. XXI, 1889-1890, Ergz. n° 98, p. 52). — En 1885, sur 83 952 hab., 11 148 étaient à l'étranger ; des habitants d'Argostoli, un tiers ; de ceux de Bathy (Ithaque), un quart.

passé pour l'emporter sur tous les autres par son esprit pratique, et la passion du négoce l'entraîne aisément loin de chez lui. « Chio n'est pas à Chio, elle est partout où est le grand commerce; elle est à Marseille, à Trieste, à Londres, à Odessa, à Syra, à Alexandrie. Chaque famille se partage ces grands entrepôts du commerce, comme on fait un héritage¹. »

Assurément, les très grandes entreprises commerciales que des Grecs dirigent en tant de pays ne doivent pas être confondues avec l'émigration proprement dite, mais il est vrai de dire que celle-ci en est très souvent l'origine ou la conséquence; on ne peut les séparer. Les émigrants, au départ, sont presque tous de pauvres gens, encore qu'il y ait bon nombre de commerçants et de représentants des professions libérales : avocats, médecins, diplômés de l'Université d'Athènes, qui « tous se répandent dans les ports de la Méditerranée. Ils ont le verbe sonore, la parole facile; ils ne se laissent ignorer nulle part »². Quelle que soit leur condition, leur métier, leur degré d'instruction, tous ces Grecs, surtout ceux des îles, ont une tendance très prononcée vers les affaires; même chez les plus humbles travailleurs, le mercantilisme éclôt à la première occasion. Dans le petit commerce, le trafic improvisé ou subtil, ils sont sans rivaux, et tel qui débute comme garçon de café ou laveur de vaisselle, ou que, dès l'arrivée, un compatriote, entrepreneur en ce genre, a pourvu d'un étal de confiseries ou de fleurs artificielles, arrive à ouvrir un magasin. S'il échoue, il reprend son premier métier jusqu'à ce qu'il ait assez mis de côté pour tenter de nouveau la fortune. Or plus d'une de ces boutiques sont l'origine de maisons riches et réputées. Plusieurs des grands commerçants de Londres descendent de Grecs réfugiés au temps de l'Indépendance; Angelo Capatos, le maître du marché à Khartoum, millionnaire, lanceur d'entreprises, était un très modeste habitant de Céphalonie. Un Spetziote, parti comme mousse, eut l'idée d'introduire aux États-Unis la fabrication des cigarettes turques et y gagna des millions. On nous a cité le cas d'un Grec devenu riche, aux États-Unis, pour avoir obtenu d'un chef de gare la permission de vendre des fleurs dans un petit coin voisin de la sortie; un autre, dans un port de la mer Rouge, se rendit au-devant d'un bâtiment chargé de bœufs et les acheta à crédit pour les revendre aussitôt. Peu disposé aux durs travaux, que, chez lui, il lui arrive, malgré sa misère, de laisser aux étrangers (ainsi pour l'isthme de Corinthe, les voies ferrées), il ne les accepte au dehors que comme un pis aller, en attendant de faire valoir ses extraordinaires qualités de mercanti : sens des affaires, adresse et initiative, bon goût qui se traduit dans l'ingénieux arrangement des étalages, bonne grâce et physionomie avenante, et aussi cette surprenante faculté d'épargne qui lui permet, dans les pays où la vie est le plus chère, de mettre de côté son gain presque intégral. Assez semblable, par cette sobriété et l'apparence physique, aux innombrables émigrants méridionaux, il l'emporte sur tous, par ses aptitudes.

Cette tendance explique presque toujours la répartition des colonies

1. FUSTEL DE COULANGES, *Mémoire sur l'île de Chio* (Archives des Missions scientifiques et littéraires, 1^{re} série, V, 1856, p. 515).

2. BARON E. DE MANDAT-GRANCEY, *Aux pays d'Homère*, Paris, 1902, p. 91.

grecques. Laissons la Méditerranée orientale, leur antique domaine, de plus en plus rendue à leur activité et à leur influence, au point qu'on a pu dire que la régénération de la Turquie dépendait d'eux et ne pourrait se faire sans eux; laissons les groupes si prospères de Trieste, de Marseille, de Tunisie. Les colonies lointaines résultent d'une occasion attrayante de vente, de la formation d'un chantier nouveau, qui offre une clientèle assurée. C'est la perspective d'ouvrir des débits, des cantines, beaucoup plus que celle de travailler, qui les attire partout où l'on construit des voies ferrées, jusqu'au Sénégal ou au Soudan. Souvent on les confond avec les Syriens, élément beaucoup moins distingué. Un lien remarquable semble exister entre leur expansion et celle des Anglais, en qui, peut-être par une dissemblance plus prononcée des tempéraments, ils voient des clients obligés. Non seulement l'Angleterre possède quelques-unes des colonies grecques les plus florissantes¹, mais de l'Égypte, où les Grecs sont l'élément le plus nombreux et le plus actif, ils se sont avancés au Soudan avec la conquête anglaise, devançant même les colonnes qui, parvenues dans une ville nouvelle, trouvaient les approvisionnements réunis et des bazars ouverts; on dut recourir à eux pour les contrats de fournitures: « Ce sont les Grecs qui détiennent aujourd'hui tout le commerce du Soudan »². Leur progrès est encore associé à celui des Anglais dans les Indes, où, notamment, une bonne partie du commerce passe par les succursales et les agences de la grande maison Ralli de Londres, qui emploie là-bas des centaines de Grecs. Mais là commence le domaine d'un concurrent redoutable, car ses armes sont sensiblement les mêmes que celles du Grec: le Chinois. A Singapour le génie mercantile de l'Hellade trouve ses limites. Par le Nord, d'ailleurs, des Grecs étaient arrivés, à la suite des Russes, jusqu'en Mantchourie.

C'est encore comme négociants surtout qu'on les rencontre au Brésil, au Pérou. Mais, comme pour la grande majorité de l'émigration européenne, les États-Unis sont, en Amérique, leur domaine préféré. Ils prennent du travail dans les chantiers, les fabriques, mais, s'ils le peuvent, de préférence dans les emplois domestiques, toujours avec l'espoir de tenter le négoce. Beaucoup y réussissent, certains jusqu'à la fortune. Les hôtels, cafés, confiseries, le commerce des fruits (Californie), celui aussi des produits grecs, sont leurs principales spécialités. Trait d'initiative: dans l'Oklahoma, des Grecs avaient eu l'habileté de s'établir peu avant la constitution du territoire en État, qui devait y développer beaucoup les affaires. Leur nombre total aux États-Unis est évalué entre 100 000 et 150 000³.

1. *L'Hellénisme*, 5^e année, août 1908, donne, en partie d'après *The Hellenic Herald*, de Londres, des renseignements intéressants sur ces colonies. A Londres même, 2 000 Grecs environ, la plupart commerçants, notamment la gigantesque maison Ralli frères, fondée en 1817, qui fait surtout le commerce des grans et aussi du coton et a des succursales à Liverpool, Manchester, Marseille, dans l'Inde (Bombay, Calcutta, Konratchi), aux États-Unis, etc. A Manchester, on compte 54 maisons grecques (cotonnades, machines): à Liverpool, presque autant.

2. E. THIERY, *La Grèce contemporaine*, conférence faite à la Ligue française pour la défense des droits de l'Hellénisme, 21 mars 1907.

3. Ce dernier chiffre est donné dans: *Les Grecs en Amérique* (*L'Hellénisme*, 3^e année, mai-août 1906), article anonyme écrit d'après les renseignements fournis par le journal grec *Thermopylae*, de New York. Dans cette ville, les Grecs seraient 12 000; à Chicago, 14 000; à Lowell, 5 000; à San Francisco, Kansas City, Saint-Louis, Boston, pour chacune 2 000; à Philadelphie, 500. En Floride, 2 000 seraient occupés par la pêche de l'éponge. Des essais de colonisation agricole en Caroline du Nord ne paraissent pas avoir eu grand succès. — Dans la même revue (mars 1906), conférence sur ce sujet par un Américain de Chicago.

Comme partout, l'émigration, en Grèce, a de bons et de mauvais effets. Les mauvais (dépeuplement, crise agricole) ont été en partie compensés par l'afflux de Grecs de Roumélie et de Roumanie, qu'une loi a pourvus de lots de terre en Thessalie, où l'État venait notamment d'hériter d'un immense domaine : 30 000 colons, des villages entiers construits et baptisés des noms de ceux qu'ils quittaient. Attirés par ces avantages presque excessifs, d'autres, de Roumanie, du Caucase, manifestent l'intention de venir. D'ailleurs, tout le monde reconnaît, chez l'émigrant grec, la force de l'esprit de retour. Son vœu ordinaire est de rentrer, fortune faite, au pays, pour y jouir et y faire montre de sa richesse. En attendant, il envoie une bonne part de son épargne : la moyenne annuelle d'argent expédié par l'émigrant grec des États-Unis est beaucoup plus élevée que pour tout autre, même pour l'Italien : 250 fr. (Italien, 150; Allemand, 25). Cela fait, d'Amérique seule, une quarantaine de millions par an qui arrivent en Grèce¹, véritable Pactole pour un pays petit et pauvre : le change en est rapidement relevé ; avec de bons administrateurs, les finances de l'État pourraient, comme en Italie, en bénéficier largement².

L'économie intérieure du royaume doit se trouver peu à peu améliorée, Le progrès du commerce de la Grèce est en rapport visible avec son émigration : ainsi celui des raisins secs, qui tendent à trouver, en Amérique, le marché que le phylloxéra leur avait ouvert naguère en France, et de tous les produits grecs, huiles, vins, fromages. Une compagnie transatlantique grecque s'est formée pour des relations directes avec les États-Unis (siège à New York).

Une autre forme de profit pour le pays découle des libéralités que les émigrants enrichis, même établis à l'étranger, tiennent à honneur de faire à leur terre natale. Ainsi voit-on, dans de pauvres îles, de beaux monuments avec inscriptions à l'antique, fontaines, écoles, hôpitaux, institutions de bienfaisance, musées, bibliothèques. D'autres dons s'adressent à la capitale, à l'État, qui reçoit, en des moments de crise, de l'argent, des vaisseaux. On peut dire que c'est la Grèce extérieure, beaucoup plus peuplée, plus industrielle et plus riche, qui soutient l'autre ; elle est la force vitale de l'Hellénisme.

Le patriotisme, attesté par ces générosités, est général. Pour l'entretenir chez les humbles, des journaux, des sociétés, se sont fondés ; des ligues, comme la Ligue Nationale, fondée par M^r Anagnastopoulo, directeur de l'Institut d'aveugles, à Boston ; les Associations Lycurgue et Colocotronis, également aux États-Unis ; le Syllogue Panhellénique, en Égypte ; la récente Ligue Panhellénique, créée à Smyrne. Bien que l'individualisme grec sévise dans tous ces groupes, au point que certains se décident à avoir plusieurs présidents, entre lesquels il y a un roulement, le sentiment national y est certainement profond. Même, aux États-Unis, le désir de résister à la propagande bulgare importée, aux agents des comitadji macédoniens, a produit ce

1. Chiffre donné par M^r D. GOUNARIS, rapporteur de la Commission parlementaire chargé par la Chambre grecque d'étudier la question de l'émigration (analyse dans *L'Hellénisme* 3^e année, mai-août 1906).

2. Sur l'effet déjà produit par cet afflux, voir : E. THÉRY, *La Grèce actuelle au point de vue économique et financier*, Paris, 1905, *passim*, et une interview du même : *La nouvelle richesse de la Grèce* (*L'Hellénisme*, 2^e année, mai 1905).

résultat inespéré d'amener les sociétés grecques à se fédérer. Le Grec, fort peu dévot, associe, cependant, le sentiment national à la religion ¹; aussi, en même temps que des écoles, fonde-t-il des églises et se montre-t-il hostile aux écoles étrangères de caractère confessionnel.

L'État Grec ne peut rester indifférent à l'émigration. Il ne semble pas avoir cherché sérieusement à la restreindre ² et semble beaucoup plus sensible aux avantages qu'aux inconvénients. Il a établi une légation aux États-Unis ³ et y prépare la création d'un exarchat de l'Église grecque. Aussi bien son action est-elle devancée et sera-t-elle toujours dépassée par les initiatives généreuses et hardies de l'Hellénisme.

JACQUES RAMBAUD.

1. Lien très expressément montré par M^r CH. DIEHL, *L'Église grecque et l'Hellénisme*, conférence faite à la Ligue française pour la défense des droits de l'Hellénisme, 13 janvier 1907.

2. Il ne délivre de passeports qu'après la majorité et l'accomplissement des obligations militaires; il limite le nombre des agents d'émigration et les oblige à un cautionnement de 30 000 drachmes. La Commission parlementaire demandait, en outre, l'organisation d'un service spécial; de même le journal grec *Stamboul* du 22 mai 1908 (*Grèce. L'émigration aux États-Unis*), proposition imitée du système italien.

3. M^r LAMBROS COROMILAS, ex-consul général à Salonique (oct. 1907).

IV. — CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

GÉNÉRALITÉS

La limite des neiges dans les montagnes. — A propos de la publication de leur belle carte des glaciers du massif des Grandes-Rousses¹, qui constitue un des plus parfaits spécimens que nous ayons encore vus de la cartographie alpine, MM^{rs} G. FLUSIN et CH. JACOB présentent d'intéressantes considérations au sujet de la limite des neiges en haute montagne. Cette notion, d'ordinaire assez vague, peut être soumise à une analyse qui en éclaircit les éléments.

Il faut distinguer d'abord la « limite topographique » des neiges. On l'obtient en notant, sur le terrain, les positions planimétriques et altimétriques des flaques de neige les plus basses qui persistent à la fin de l'été. La réunion de ces points constitue la limite topographique des neiges, qui apparaît donc comme un fait d'observation directe. Cette ligne se trouve, dans le massif des Grandes-Rousses, constamment aux abords de 2 700 m.; elle ne s'y confond pas avec la ligne joignant les fronts des divers glaciers du massif, comme l'avait admis M^r A. HANSEN. Les glaciers se rapprochant du type des glaciers de vallée descendent sensiblement plus bas que cette limite topographique des neiges (glacier de Saint-Sorlin, 2 565 m.); au contraire, les glaciers de cirque et les glaciers suspendus maintiennent leur front beaucoup plus haut (jusqu'à 200 m. de plus dans le massif des Rousses).

On distingue ensuite la « limite du névé », pour la détermination de laquelle HANS HESS, ED. BRÜCKNER et L. KUROWSKI ont fourni des méthodes diverses. Cette ligne correspond à la limite réelle, sur le glacier, des neiges persistantes. MM^{rs} FLUSIN et JACOB déclarent la méthode de détermination de HANS HESS la meilleure. Ils fixent à 2 850 m. l'altitude moyenne de la limite du névé dans le massif des Grandes-Rousses. Mais, en fait, l'orientation joue un rôle considérable dans la hauteur de cette limite, d'ailleurs bien plus importante que la précédente au point de vue glaciaire : dans les Alpes, pour les glaciers d'un même massif, la limite du névé est plus basse sur le versant Nord que sur le versant Sud; dans les Rousses, les valeurs respectives sont 2 780 m. et 2 945 m. Ce principe, établi par ED. RICHTER et J. JEGERLEHNER, se double d'un autre, dégagé par les mêmes auteurs, à savoir que, dans un système montagneux complexe, la limite du névé

1. G. FLUSIN et CH. JACOB, *Travaux topographiques et glaciologiques dans le massif des Grandes-Rousses* (*La Géographie*, XXI, 15 janvier 1910, p. 1-20; phot. et croquis, fig. 1-2; carte des Glaciers du massif des Grandes-Rousses à 1 : 10 000 en couleurs, dressée par G. FLUSIN, CH. JACOB et J. OFFNER, exécutée, pour le levé tachéométrique et le canevas, par C. LAFAY, pour la restitution photographique du détail, la rédaction des glaciers et le figuré du terrain encaissant, par G. FLUSIN, pl. 1). — Pour les considérations que nous résumons, voir particulièrement p. 7-11.

s'élève lorsqu'on va de la chaîne externe vers le centre du soulèvement. MM^{rs} FLUSIN et JACOB comparent, à cet égard, les trois massifs contigus de Belledonne et d'Allevard, des Grandes-Rousses et de l'Oisans. D'après les données qu'ils possèdent, et qui proviennent soit de travaux en cours, soit de nombreuses expériences personnelles, ils se croient en mesure de donner les chiffres suivants :

Massifs.	Altitude	Altitude moyenne
	des points culminants.	de la limite des névés.
	M.	M.
Belledonne-Allevard.	2 981	2 650
Grandes-Rousses	3 470	2 850
Oisans	4 103	2 950-3 000

L'accroissement d'altitude de la limite du névé, en fonction du relief du massif montagneux (et, on a le droit d'ajouter, de la diminution probable des précipitations et de la sécheresse croissante de l'extérieur vers l'intérieur du massif), se traduit donc nettement dans les Alpes du Dauphiné.

Enfin, la « limite climatique » des neiges est une notion théorique; elle a été définie comme la ligne de réunion des points les plus bas où, sur une surface horizontale et non abritée du soleil, la neige subsiste encore à la fin de l'été. Bien entendu, ces conditions ne sont réalisées qu'exceptionnellement; on a été amené à considérer que cette limite toute théorique concordait avec celle du névé. MM^{rs} FLUSIN et JACOB considèrent que c'est là une approximation grossière et souvent erronée, et ils se réservent de publier ultérieurement des faits à l'appui de cette opinion. De ces observations, il reste, en tout cas, nous semble-t-il, qu'on doit fréquemment, en matière glaciologique, remplacer le mot limite des neiges par celui de limite des névés.

EUROPE

La crue des glaciers en Norvège. — D'après un certain nombre de chiffres communiqués à la Société de Géographie par M^r P. A. OYEN¹, la crue glaciaire observée en Norvège depuis 1904 aurait continué en 1909, avec les mêmes caractères. Dans le Jostedal, 13 appareils sont en crue sur 15; dans le Folgefonn, le Buarbræ a gagné 7 m.; le Bondhusbræ, 15 m. Les deux glaciers observés du Svartis, trois de l'Okstinder (sur cinq observés) et trois du Jotunheim (sur vingt-trois observés) présentent le même phénomène. L'augmentation est, d'ailleurs, très variable; parfois, elle ne dépasse pas quelques mètres; dans le Jostedal, elle varie de 2 à 22 m., et même atteint 32 et 36 m. (Mjølkevoldsbræ); l'Okstindbræ occidental s'est avancé de 62 m. Mais, dans le Jotunheim, la décrue est encore presque universelle, bien que peu accentuée dans l'ensemble. Il se pourrait qu'on vit bientôt les glaciers des Alpes entrer en crue, car les appareils de Norvège marquent, d'ordinaire, des variations plus précoces qu'eux.

La situation actuelle du chemin de fer du Saint-Gothard. — La ligne du Saint-Gothard, rachetée par l'État Suisse le 1^{er} mai 1909, fait au-

1. P. A. OYEN, *Les variations des glaciers de Norvège en 1908-1909* (*La Géographie*, XXI, 15 janvier 1910, p. 54). — Voir *Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 277.

jourd'hui partie du réseau des Chemins de fer fédéraux (C. F. F.). Ces opérations de rachat ont eu pour contre-coup des conventions internationales entre l'Italie et l'Allemagne (Message du Conseil Fédéral du 9 nov. 1909), qui ramènent l'attention sur cette ligne célèbre et sur la situation nouvelle qui lui est faite aujourd'hui dans l'organisation du transit transalpin¹.

Le Gothard, construit d'octobre 1872 à décembre 1881, par une compagnie soutenue d'énormes subventions officielles allemandes, italiennes et suisses, a joui jusqu'à présent du monopole du transit d'Allemagne en Italie par la Suisse. Instrument surtout politique dans la pensée de son plus grand promoteur, Bismarck, il s'est révélé comme une admirable entreprise au point de vue commercial et économique. Les recettes par kilomètre, qui étaient de 43 000 fr. en 1883, ont dépassé 105 000 fr. en 1908, tandis que la ligne du Mont-Cenis ne rapporte que 55 000 fr.; le Gothard concentre à peu près les trois quarts du transit total de la Suisse, il a la prépondérance comme ligne d'entrée dans l'Italie du Nord²; de plus, il est malaisé de mesurer quelle large part de leur fortune actuelle lui doivent des villes telles que Bâle, Zurich et Milan.

Cette primauté du Gothard se trouve aujourd'hui menacée. Les percées transalpines se multiplient : le Simplon est ouvert depuis le 1^{er} juin 1906; on escompte l'achèvement du Lötschberg pour 1912; le tunnel des Tauern, inauguré en juillet 1909, détournera du Gothard et de Gênes, au profit de Trieste, le transit de la Bavière et de l'Allemagne du Nord³; enfin, on recommence à parler d'un tunnel sous le Splügen, demandé avec insistance par le canton des Grisons. C'est un véritable démembrement qui s'annonce du domaine exclusif du Gothard.

Il est, cependant, encore temps de défendre la ligne contre ce faisceau de concurrences qui se constitue. L'État Suisse attache justement la plus grande importance à la prospérité du Gothard. La ligne Bâle-Chiasso, avec

1. PAUL GIRARDIN, *Les conventions du Gothard. La diplomatie allemande et les tarifs internationaux (Questions diplomatiques et coloniales, XXVIII, 16 déc. 1909, p. 705-720, 1 fig. carte). -- JEAN BRUNHES, Gothard et Simplon. A propos des deux conférences internationales de 1909 (Rev. des Deux Mondes, LXXIX^e année, 5^e pér., t. 54, 15 nov. 1909, p. 373-395).*

2. Voici le tableau du tonnage fourni par les diverses lignes à l'entrée de l'Italie, tel que le publie M^r GIRARDIN, pour la période 1^{er} juillet 1907—30 juin 1908 :

	Importations.	Exportations.	Total.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Par Vintimille.	24 000	16 000	40 000
— Modane (Mont-Cenis).	243 000	108 000	351 000
— Domo d'Ossola (Simplon).	56 000	40 000	96 000
— Luino (Gothard).	263 000	278 000	541 000
— Chiasso (Gothard).	515 000	233 000	748 000
— Ala (Brenner).	341 000	290 000	631 000
— Pontebba (Tarvis-Semmering).	299 000	57 000	356 000
— Cormons (Istrie).	213 000	66 000	279 000
	<u>1 954 000</u>	<u>1 088 000</u>	<u>3 042 000</u>

3. Il s'agit, naturellement, surtout du transit des personnes et des marchandises pressées. Le tableau suivant, à cet égard, est instructif :

Distances de	A Trieste par les Tauern.	A Gênes par le Gothard.
	Km.	Km.
Berlin.	1 084	1 395
Munich	520	808
Hambourg.	1 290	1 436

ses 314 km. de longueur, représente, d'abord, le plus long parcours de transit en Suisse; elle joue, en outre, comme tronc central, auquel vient se souder le faisceau des relations suisses avec la Méditerranée, un rôle homologue à celui de la grande ligne du plateau : Genève-Lausanne-Fribourg-Berne-Zurich-Romanshorn (lac de Constance), sur laquelle s'embranchent toutes les lignes intérieures de la Suisse. Enfin, tous les cantons situés directement au débouché du Gothard, qui lui doivent le magnifique développement industriel de leurs villes, souhaitent avec ardeur la mise en état de défense de la voie du Gothard. A l'heure actuelle, la concurrence du Simplon est encore presque insignifiante (96000 t., contre 1290000 t. au Gothard), mais le Lötschberg paraît devoir être beaucoup plus redoutable.

On se propose donc de doubler les voies sur toute la longueur de la ligne de Lucerne à Chiasso, et particulièrement d'Arth-Goldau à Chiasso; là est le tronc où confluent les trois courants provenant du Rhin Moyen (Bâle-Olten-Lucerne), du grand-duché de Bade (Waldshut-Brugg-Rothkreuz) et du Wurtemberg (Schaffhouse-Eglisau-Zurich-Zug). D'autre part, on veut déclasser les deux tunnels du Hauenstein et du Monte Ceneri, jugés trop élevés et entraînant de trop grands frais d'exploitation; on les remplacera par des « tunnels de base » à travers les mêmes montagnes. Ainsi, l'on va bientôt voir en Suisse, comme en Amérique, des tronçons de lignes inutiles, des tunnels abandonnés : inutile le Weissenstein à peine achevé; inutile, le tunnel actuel du Hauenstein, où périrent ensevelis soixante ouvriers lors de sa construction; inutile, le souterrain actuel du Monte Ceneri¹. Ces tunnels de base sont nécessaires pour prévenir les effets du raccourci Moutier-Granges. Ils offriront l'avantage de réduire les rampes du Hauenstein, de 26 et 22 p. 1000, à 10 p. 1000 seulement, et du Monte Ceneri, de plus de 15 p. 1000 à 10 p. 1000. Enfin, les Suisses comptent profiter de la diminution des « taxes de montagne », qui vient de leur être imposée par les conventions internationales du Gothard, pour organiser la résistance du Gothard à la concurrence prochaine du Lötschberg. L'abaissement de tarif qui en résultera permettra au Gothard de soutenir la lutte.

Le trafic du Gothard se décompose en deux éléments principaux : d'abord, les échanges de voisinage entre la Suisse et l'Italie, qui représentent un tiers environ du total; l'Italie surtout en profite. Le second élément est le transit entre l'Italie et l'Allemagne; il est considérable : l'Allemagne prélève plus de la moitié du transit total, expédiant des articles métallurgiques, des produits chimiques et minéraux, recevant des comestibles, fruits, volailles, légumes, œufs. Les échanges que le Gothard rend possibles avec la France, la Belgique et l'Angleterre sont peu de chose en comparaison, si l'on n'envisage que le tonnage, car ils ne représentent guère plus du quart du transit italo-allemand, mais ils méritent plus d'attention si l'on envisage la valeur des marchandises. M^r LAFFITTE a fait valoir que le transit d'Italie en Angleterre et Hollande par la Belgique a passé de 3 millions et demi de francs à plus de 64 millions entre 1880 et 1901. Le Gothard est certainement pour beaucoup dans cet essor si caractéristique et si préjudiciable à la France:

1. PAUL GIRARDIN, *La convention de Berne jugée de l'étranger (Questions diplomatiques et coloniales)*, XXIX, 1^{er} janv. 1910, p. 42).

ASIE

L'expédition T. G. Longstaff dans le Karakoroum. — Nous avons signalé le projet du grand alpiniste TOM G. LONGSTAFF d'explorer, en 1909, la chaîne du Karakoroum¹. Il avait remarqué, en effet, que, entre la passe de Moustagh, de YOUNGHUSBAND, et la passe de Karakoroum, on ne savait rien, sur une distance de 160 km. à vol d'oiseau, et même de 240 km. en tenant compte des sinuosités de la ligne de faite admise. C'est pourquoi il aborda la chaîne par un col que nul, ni Européen ni indigène, n'avait jamais franchi, celui de Saltoro (3550 m.); parvenu sur l'autre versant, le 15 juin, il se trouva en face d'un gigantesque glacier qui lui parut s'écouler vers le Nord. Mais, vers la fin de la campagne, en septembre, remontant le glacier de Siachen (Saïchar), sur les conseils du colonel BURRARD et de Sir FRANCIS YOUNGHUSBAND, il constata que les deux glaciers n'en faisaient qu'un, dont le débouché est tourné vers le Sud. Le glacier de Siachen, auquel on n'attribuait que 32 km. de longueur, se trouve ainsi en avoir 70; c'est donc le plus long glacier actuellement connu dans l'Himalaya (le Baltoro n'a que 65 km.); on ne peut lui comparer, dans l'Asie centrale, que le glacier d'Inyltchek, découvert par G. MERZBACHER dans le Tian-chan, et, dans le reste du monde, que les glaciers de l'Alaska et des régions polaires. Le Siachen coupe en deux la chaîne qui avait été regardée jusqu'à présent comme l'axe principal du Karakoroum. La ligne de faite du bassin de l'Indus semble se trouver, dans cette direction, sensiblement plus au Nord qu'on ne pensait, et le bassin de la Nubra, où aboutissent les eaux du Siachen, a pour ligne de partage, à l'égard de la rivière de Yarkand, une chaîne non marquée sur les cartes, située à plus de 30 km. au Nord de la chaîne faitière actuellement connue. L'une des découvertes les plus intéressantes de M^r LONGSTAFF a été celle d'un groupe de pics très élevés, couronnant cette nouvelle chaîne du Karakoroum, et dont le point culminant, le Teram-kangri (situé par 77° long. E Gr. et 35°30' lat.) atteindrait une altitude de 27 610 pieds (8415 m.). Ce pic avait entièrement échappé aux investigations du Survey de l'Inde; il ne forme point un satellite du K2 ou du Gasherbrum; il se trouve dans un massif entièrement distinct, et dont aucune carte ne porte la trace. Le colonel BURRARD avait déjà signalé cette région comme renfermant probablement quelques-uns des plus hauts sommets de la terre. La ligne des plus hauts sommets du Karakoroum s'étendrait du pic K2 au Teram-kangri et de là à la passe de Karakoroum².

AFRIQUE

Mission Louis Gentil dans le Maroc occidental. — M^r LOUIS GENTIL a repris l'étude géologique du Maroc. Durant l'été de 1909, appelé à reconnaître les territoires septentrionaux des Chaouïa, en vue d'un aqueduc destiné à alimenter la ville de Casablanca, il a profité de sa présence pour aborder l'exploration de la région, redoutée et à peu près inconnue, des Zaïr. On constate, en effet, sur les cartes du Maroc, qu'un triangle de pays inconnus,

1. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 375.

2. Dr. LONGSTAFF's *Himalayan Expedition, 1909* (*Geog. Journ.*, XXXV, Jan., 1910 p. 64-65).

adossés au Moyen Atlas, affleure à la côte aux environs de Rabat. Cette ignorance s'est perpétuée à cause du caractère intractable des puissantes tribus insoumises qui habitent ces territoires : les Zaïr, les Zaïan et les Zemmour. De plus, cette région est rendue peu sûre par le brigandage; des forêts, notamment la fameuse forêt de la Mâmora, y forment un abri naturel pour les pillards, qui guettent les caravanes se dirigeant de Rabat sur Fez.

M^r GENTIL, par l'entremise de caïds zaïr, a pu parcourir une vaste étendue de ces territoires inconnus. Il a poussé jusqu'au grand coude de la vallée supérieure de l'O. Grou, à la limite des Zaïan, à une centaine de kilomètres au Nord-Est du camp du Boucheron. La confédération des Zaïr occupe un quadrilatère d'environ 80 km. de côté, entre le rivage atlantique, les Tâdla à l'Est, les Chaouïa au Sud et les Zaïan au Nord. Elle est divisée en deux partis constamment en guerre, les Mzâra, confinant à la mer, et les Guefian, occupant un pays accidenté qui représente la continuation géologique du pays de collines des Mdâkra, dans les Chaouïa. M^r GENTIL n'a pas pu visiter les Mzâra, puisqu'il était reçu par les Guefian. Néanmoins, il a pu se rendre compte que le pays prolonge, au Nord, la zone des terres noires et rouges du Maroc occidental; les « tirs » et « hamri » y offrent la même fertilité que dans les Chaouïa. Le pays des Guefian, où apparaissent, au contraire, les terrains primaires, et où M^r GENTIL a retrouvé des traces de l'ancienne chaîne hercynienne, est très boisé. Le Chêne-liège y forme, au Nord de l'O. Cherrat, une forêt que M^r GENTIL a traversée sur une longueur de près de 40 km. Cette forêt, aujourd'hui plus ou moins dévastée par les indigènes, pourrait, avec celle de la Mâmora, fournir une des plus belles productions de liège du monde. En ce qui regarde la répartition des sols, les tirs sont limités aux affleurements calcaires de la zone littorale à climat humide, ce qui paraît confirmer la théorie de M^r GENTIL sur le rôle de la décalcification dans la formation de ces terrains. En contraste avec ces terres, M^r GENTIL signale, chez les Guefian, une région granitique, fortement décomposée à la surface; l'arène envahit les vallons, au fond desquels affleurent d'abondantes sources; on voit naître ainsi des pâturages et même, parfois, des marécages, rappelant les « ouches » du Morvan.

Sur la route, cependant très fréquentée, de Rabat à Fez, M^r GENTIL a également fait des observations très neuves au point de vue géologique. C'est là, le long de la vallée de l'O. Sebou, qu'entrent en contact les trois éléments géologiques qui donnent naissance au Maroc : la Meseta marocaine, le Rif et le Moyen Atlas. On demeure dans la Meseta jusqu'à la vallée du Sebou; les dernières ondulations du Rif commencent dans les Guerouan, les Cherarda et les Oudaïa. Entre le Rif et le Moyen Atlas, s'étale une région de « gâda », qui forme la plus grande partie des Beni Mtir et semble, par le plateau d'Oulmès, se relier au Tâdla. Dans cette région de transition, qui correspond au Gharb marocain, il n'y a plus de tirs; les terres noires ne dépassent pas, au Nord, l'O. Bou Regreg; d'ailleurs, avant de disparaître complètement, elles laissent place à des terres rouges, moins riches en matières organiques. Les terres fertiles du Sebou ont une tout autre origine : elles dérivent des argiles enlevées par le fleuve aux terrains argileux

tertiaires de son cours supérieur, et étalées sur de grandes surfaces très plates. Il se forme ainsi des flaques marécageuses entretenant une végétation lacustre. Les terres d'origine lacustre qui prennent naissance par la décomposition de ces végétaux sont aussi très fertiles, mais beaucoup plus localisées que la grande zone des tirs, telle qu'elle se présente entre Safi et Rabat¹.

L'éruption du pic de Tenerife. — Après un repos complet de cent onze ans, le fameux pic de Teide, dans l'île de Tenerife, est entré en éruption le 18 novembre 1909. Sa dernière phase d'activité remontait à 1798, mais il n'avait pas éprouvé de grande éruption depuis 1706. Très célèbre autrefois, à cause de l'attention que lui avaient prêtée HUMBOLDT, qui en avait effectué l'ascension en 1797, et surtout LÉOPOLD DE BUCH, à qui il avait fourni un des exemples typiques à l'appui de sa théorie des cratères de soulèvement, il était un peu oublié aujourd'hui, et, dans les traités de géologie récents, il n'était guère question du pic de Teide. Ce pic grandiose, haut de 3716 m., est constitué à la manière du Vésuve, du Tengger de Java et de nombreux volcans des Açores : le cône central se trouve enveloppé par un rempart circulaire, circonscrivant une caldeira, qu'on appelle les Cañadas ; c'est la disposition bien connue de la Somma et de l'Atrio du Vésuve. Le grand rempart annulaire du pic de Tenerife est intact au Sud et à l'Est ; il est échancré, par des entailles plus ou moins profondes, seulement à l'Ouest et au Nord. La dépression des Cañadas suffit à préserver les districts Est et Sud de l'écoulement des laves. Au contraire, les villages du Nord-Ouest sont toujours exposés à la destruction ; ce fut le cas de Garachico, en 1706.

La présente éruption, précédée de petits chocs séismiques, est issue, comme les précédentes, des abords du cratère de la Chahorra, situé à l'Ouest du sommet principal, à 3200 m. environ d'altitude : il se serait formé une fissure sur un terrain uni, par 1525 m. d'altitude ; de là un courant de lave se serait écoulé vers le village de Santiago, à 10 km. à l'Ouest-Nord-Ouest du pic, mais sans l'atteindre. L'écoulement était déjà arrêté le 26 novembre ; la longueur de la coulée atteindrait 6 km.².

OCÉANS ET RÉGIONS POLAIRES

Expédition du « Michael Sars » dans l'Atlantique Nord. — Depuis que fonctionne l'organisme international pour l'exploration de la mer, que nous avons mentionné en 1904³, les nations du Nord de l'Europe éprouvent de jour en jour davantage le bienfait des recherches océanographiques minutieuses. La connaissance du régime, des mouvements et de la vie des mers s'en trouve transformée, et l'on commence à entrevoir de grands effets pratiques pour l'avenir de la pêche comme pour la prévision du temps. En outre, des méthodes nouvelles d'investigation, des engins plus ingén-

1. D'après une lettre de M^r LOUIS GENTIL au président de la Société de Géographie, datée de Fez, 8 oct. 1909 (*La Géographie*, XX, 15 nov. 1909, p. 325-327). — Voir aussi : *Mission L. GENTIL au Maroc. Deuxième rapport sommaire* ; lettre datée de Mogador, le 21 déc. 1909 (*ibid.*, XXI, 15 février 1910, p. 121-125).

2. JOHN S. FLETT, *The Volcanic Eruption in Teneriffe* (*Geog. Journ.*, XXXV, Jan., 1910, p. 59-61).

3. *Annales de Géographie*, X, 1901. p. 469.

nieux et plus délicats ont été trouvés, dont l'emploi est resté jusqu'à présent limité aux mers qui bordent l'Europe septentrionale. Les océanographes sentent vivement la nécessité d'appliquer ces perfectionnements à l'exploration des grands océans, qui, à cet égard, sont restés à peu près vierges. C'est ce qui a amené M^r PETERSSON, il y a quelques années, à proclamer l'Atlantique une « mer inexplorée ». On avait espéré, lorsque se constitua l'entente internationale pour l'exploration de la mer, que l'adhésion de la France permettrait de combiner, d'accord avec les États-Unis, un plan d'exploration de l'Atlantique ; mais, comme nous l'avons dit, la France a refusé son concours, et cette partie de la tâche a dû être abandonnée.

Aujourd'hui, un particulier, qui a, d'ailleurs, fait ses preuves d'océanographe, Sir JOHN MURRAY, se propose de remédier, à ses frais, à cette lacune, et c'est à son initiative qu'est dû le voyage que va entreprendre, à partir d'avril prochain, le « *Michael Sars* », à travers l'Atlantique nord-central, c'est-à-dire les portions de l'Océan qui baignent l'Europe Méridionale et l'Afrique du Nord. Le Gouvernement Norvégien a bien voulu assurer les émoluments et l'entretien de l'état-major, composé de MM^{rs} HJORT, directeur des pêcheries de la Norvège, des océanographes E. KOEFOED et B. HELLAND-HANSEN, du capitaine et de l'ingénieur du navire. Tous les autres frais seront à la charge de Sir JOHN MURRAY.

La campagne prévue doit durer quatre mois ; elle portera sur toute la région comprise entre les Canaries et les Fär-Øer. On établira, d'abord, plusieurs coupes du lit océanique, entre les fonds plats de la côte et les grands fonds, jusque vers Mogador. Puis on gagnera Madère et les Açores ; de là, si le temps le permet, on achèvera le cycle des travaux par une croisière à Terre-Neuve, en Islande et aux Fär-Øer. L'un des objets principaux poursuivis est de mettre à l'épreuve, jusque dans les fonds de plusieurs milliers de mètres, les appareils de chalutage et de pêche employés jusqu'à présent à faible profondeur. Récemment, le « *Michael Sars* » a recueilli, au filet trainant, par 800 m., 223 poissons, dont 100 appartenaient à des espèces nouvelles. On se propose de renouveler des expériences de ce genre. D'autre part, on veut continuer les recherches de la « *Valdivia* » sur le plankton, mettre à l'épreuve l'appareil d'Ekman pour la mesure des courants de grande profondeur ; on désirerait aussi se procurer des échantillons du fond, au moyen de tubes de forage permettant de pénétrer à plus grande profondeur qu'on n'a pu le réaliser jusqu'ici ; enfin, l'expédition recherchera pourquoi beaucoup de blocs d'origine glaciaire gisant sur le fond ne sont pas revêtus à leur surface de boue à globigérines, alors que, d'après J. MURRAY et A. PENCK, dix ans suffisent, dans l'Atlantique Nord, pour en déposer l'épaisseur d'un pouce (deux centimètres et demi)¹.

La décision des commissions scientifiques au sujet de Peary et de Cook. — Depuis l'exposé que nous avons fait du débat entre PEARY et COOK au sujet de la découverte du pôle Nord², la question a fait un pas, sans doute décisif. Deux commissions scientifiques se sont prononcées sur la valeur des documents rapportés par les deux explorateurs. PEARY s'était soumis de bonne grâce au jugement d'un Comité de savants organisé par la

1. *Scott. Geog. Mag.*, XXV, 1909, p. 654-656.

2. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 472-475.

National Geographic Society, de Washington. Ce comité comprenait l'amiral C. M. CHESTER, le directeur de l'U. S. Coast and Geodetic Survey, O. H. TITTMANN, et le géographe bien connu de l'U. S. Geological Survey, HENRY GANNETT. La décision fut rendue dès le 4 novembre. Le Comité déclarait, que, après avoir examiné le journal de PEARY, les manuscrits de ses observations, en les comparant avec les instruments et appareils dont s'était servi le voyageur, et après avoir mis à l'épreuve quelques-uns des plus importants résultats scientifiques de l'expédition, il exprimait, à l'unanimité l'opinion que, le 6 avril 1909, le commandant PEARY avait bien atteint le pôle Nord. A la suite de cette décision, renforcée par les félicitations du Comité à l'adresse du commandant PEARY, la National Geographic Society a décidé d'offrir une médaille spéciale à PEARY et au capitaine C. A. BARTLETT. En même temps, une nouvelle Commission a été nommée par elle, pour rechercher si le pôle avait été réellement découvert avant 1909. Ce nouveau Comité est composé de MM^{rs} J. HOWARD GORE, JOHN E. PILLSBURY et C. WILLARD HAYES.

De son côté, le D^r FRED. A. COOK a soumis, dans le courant de décembre, par l'intermédiaire de son secrétaire, M^r LONSDALE, deux documents à un Comité constitué spécialement par l'Université de Copenhague. Les membres de la Commission étaient MM^{rs} E. STRÖMGREN, professeur d'Astronomie à l'Université de Copenhague, FOLKE ENGSTRÖM, de l'Observatoire de Lund, le capitaine GUSTAV HOLM, I. A. D. JENSEN, directeur de la Navigation, C. F. PECHÛLE, de l'Observatoire de Copenhague, KNUD RASMUSSEN et CARL RYDER, directeur de l'Institut Météorologique. Ils avaient à se prononcer au sujet : 1^o d'un récit du voyage de Cook, transcrit à la machine à écrire par M^r LONSDALE; 2^o d'une transcription, également à la machine, des carnets de notes de Cook, comprenant la période du 18 mars au 13 juin 1908. Aucune lettre du docteur Cook n'accompagnait cet envoi. D'ailleurs, la Commission ne réussit pas à se mettre en rapports avec l'explorateur, dont l'adresse était inconnue, même pour son propre secrétaire. Dans ces conditions, la Commission jugea nécessaire d'arriver à une solution. Elle tint une réunion plénière le 17 décembre. M^r LONSDALE y produisit une lettre de Cook, sans lieu ni date, mais estampillée à Marseille, et dans laquelle Cook assurait à nouveau avoir laissé à Etah, non seulement ses instruments, mais la plus grande partie de ses observations astronomiques, à la charge de son compatriote HARRY WHITNEY. Il observait que, dans de telles conditions, il serait déraisonnable et impossible (« *it seems unwise and impossible* ») de porter un arrêt définitif sur son voyage.

La Commission a, cependant, rendu sa décision; elle a fait remarquer que le premier document n'était autre que le récit déjà publié par le *New York Herald*, et que le second ne contenait pas trace d'observations astronomiques, mais seulement des résultats. Constatant qu'aucun détail ne permettait de vérifier la vraisemblance des assertions émises, la Commission exprimait, en terminant, l'avis que les documents produits ne contenaient pas la moindre preuve que Cook eût atteint le pôle Nord. Sur ces entrefaites, l'Université de Copenhague reçut communication des carnets originaux de notes de Cook, et, le 19 janvier, le Conseil de l'Université déclarait que ces carnets étaient, dans leurs traits essentiels, identiques à la copie

qui lui avait été soumise tout d'abord. Il était impossible d'y trouver la moindre preuve attestant que Cook fût allé au pôle Nord, bien que, était-il ajouté, il ne s'y rencontrât pas non plus de preuve décisive du contraire. L'Université n'a donc, provisoirement, pris aucune mesure au sujet du titre de docteur honoraire conféré par elle à Cook en septembre dernier. Le Club des Explorateurs de New York, sur un rapport concluant à la non-véracité de Cook au sujet de l'ascension du mont Mac Kinley¹, s'est montré plus sévère et a rayé Cook de la liste de ses membres².

Si équivoque qu'ait été la conduite de Cook dans cette affaire, il a déclaré, dès le premier jour, qu'il avait laissé ses documents à Etah, et il en a donné une raison à la rigueur plausible. Il lui fallait, pour gagner Upernivik, faire en traîneau un très long et très périlleux trajet, sur la côte du Groenland baignée par la baie Melville. L'Inlandsis y affleure directement à la côte, qui s'y réduit à des nunataks ou à des lambeaux rocheux; les glaces y sont exceptionnellement dangereuses. L'explorateur y risquait sa vie et ses documents. Il préféra laisser ces derniers à Etah. On objectera qu'il était de la plus élémentaire prudence d'en tirer copie. Cela n'est pas douteux; mais puisqu'il reste cette chance de résoudre ce pénible cas à l'honneur de Cook, il convient de la lui laisser et d'attendre l'été prochain, qui apportera nécessairement la lumière complète.

MAURICE ZIMMERMANN,

Chargé de cours de Géographie
à l'Université de Lyon.

1. Voir XVIII^e *Bibliographie 1908*, n° 984.

2. ALBRECHT PENCK, *Zur Erreichung des Nordpols* (*Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin*, 1910, No. 1, p. 51-56). — M^r PENCK, qui paraît n'avoir jamais cru à la sincérité de Cook, fait valoir un très puissant argument contre sa véracité dans l'affaire de l'ascension du Mac Kinley : « L'illustration que publie Cook comme représentant le sommet du mont Mac Kinley n'est sûrement pas applicable à un sommet de 20390 pieds de hauteur. » (P. 56.) L'observation est d'une justesse frappante.

L'Éditeur-Gérant : MAX LECLERC.

ANNALES

DE

GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

ÉTUDES DE CÔNES DE DÉJECTIONS

LE TORRENT DE L'ENVERS DE SOLLIÈRES EN MAURIENNE

(PHOTOGRAPHIES, PL. XII-XIII)

L'érosion par les eaux courantes a toutes les faveurs des géographes : à l'eau chargée de particules minérales on attribue le pouvoir de scier des seuils en roche dure; aux mouvements tourbillonnaires on rapporte les faits d'érosion rapide et presque instantanée que l'on observe chaque jour; en dehors même des pays de montagnes, on croit l'eau capable de changer en quelques années l'aspect extérieur et la surface d'un pays comme la plaine russe; enfin, on regarde le coup de scie vertical du torrent alpestre comme la première attaque de la vallée, l'ébauche de ce qui sera plus tard l'« auge » glaciaire. En trois chantiers différents on a localisé le travail de l'eau courante et vu à l'œuvre ses outils d'érosion : le torrent glaciaire, dans la genèse des vallées alpestres; le torrent simple ou composé, dans les « terres noires » de l'Embrunais et de Barcelonnette; le ravin qui se ramifie indéfiniment, dans la plaine russe.

A cette énergie dans le creusement doit correspondre, dans la zone de dépôt des matériaux, un travail d'édification non moins rapide. Ce travail de compensation, on peut l'étudier aussi en trois chantiers : soit à l'extrémité du fleuve, dans le delta sous-marin; soit en remontant le fleuve, dans les deltas sous-lacustres, chaque fois que la pente du courant s'amortit dans un lac; soit, enfin, au premier arrêt des

plus gros matériaux, au pied même du versant d'où ils proviennent, dans le cône de déjections. Cet article, qui a pour point de départ l'étude d'une débâcle locale en Maurienne, est destiné à montrer que l'édification d'un cône de déjections se poursuit aussi vite que le creusement de la « combe » ou du ravin, au flanc d'un versant, et, comme lui, par étapes; que cet exhaussement se fait par couches successives, par lits distincts de matériaux, séparés par des périodes de repos et par des couches de terre végétale. Bien loin que l'ère des cônes de déjections soit close, comme on l'a dit, ce sont, par excellence, des phénomènes actuels, au même titre que les volcans, les glaciers, les deltas, puisque des torrents non « éteints » doivent continuer à nourrir des cônes en activité.

La lave torrentielle. — L'agent d'édification du cône, c'est ce qu'on appelle, dans nos Alpes, une « lave », mot que l'on retrouve, sous différentes formes¹, dans la nomenclature alpestre désignant une coulée de boue, en allemand *Mur* ou *Murgang*². La lave, c'est l'éboulement liquide, par opposition à l'éboulement sec, à l'éboulis bloc par bloc, distinction qui ne doit pas nous cacher l'existence, entre ces deux extrêmes, de tous les intermédiaires, caractérisés chacun par son talus et par sa pente. Ces termes de passage s'expliquent par le fait que la plupart des éboulements sont précédés et préparés par des pluies prolongées, et que, seul, l'éboulis bloc par bloc, dans le quartzite par exemple, se fait à sec. Ce que l'on ne constate jamais, c'est l'apport, petit à petit, de matériaux grâce auxquels s'édifierait peu à peu le cône de déjections. Il s'agit ou de ces particules fines, qui rendent l'eau trouble, — et elles sont entraînées par le courant, — ou de galets et de blocs, — et il faut une lave pour les transporter.

1. On comprendra mieux la nature mi-liquide et mi-solide de la « lave », en la rapprochant des phénomènes que le parler populaire a groupés sous la parenté de vocables qui dérivent les uns des autres. C'est bien le même mot qui désigne la « lave » du volcan. On appelle « laverioz », dans la région de Pralognan, un éboulis qui continue à cracher des blocs: tel le « Grand Laverioz » de quartzites, en face de l'église, et qu'on désigne, plus au Nord, par « Dérochoir » ou « Derochiaz ». « Lave » se trouve aussi à la racine du mot « lavine », qui désigne l'avalanche dans les Alpes suisses et allemandes. On trouve aussi, d'ailleurs, le mot « lavini », avec le sens d'éboulement, dans les Lavini di San Marco, qui obstruèrent la vallée de l'Adige, en 883. Le mot « avalanche » a remplacé le terme primitif « lavanche » (resté dans le Lavanchy) ou « lavange de neige », qui est apparenté avec « lave », tandis que avalanche est formé avec « aval », « avaler », qui avait le même sens que « dévaler ». Au sujet du mot « avalanche », on lira avec intérêt l'article de A. MEILLON, *Lit, Avalanche, Lavange*, paru dans le *Bull. Pyrénéen*, XII, 1907, p. 225 et suiv., et qui fait partie d'une série publiée dans ledit recueil sous le titre général: *Esquisse toponymique sur la vallée de Cautevels*, réunie depuis en volume sous le même titre (voir XVIII^e *Bibliographie 1908*, n° 331).

2. Sur les Muren, voir: C. SCHMIDT, *Der Murgang des Lammbaches bei Brienz* (*Himmel und Erde*, IX, Berlin, 1896, p. 49-74); — F. FAREN, *Ueber Muren* (*Zeitschr. des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, XXIX, 1898, p. 1-26).

La lave est un phénomène de transport en masse qui paraît produire au premier abord des effets contraires aux lois ordinaires de la mécanique. Examinons le profil en long d'un torrent¹, tel que A. Surell et P. Demontzey l'ont représenté (fig. 1). Le profil d'ensemble est concave vers le ciel; cette concavité résulte de la juxtaposition au pied

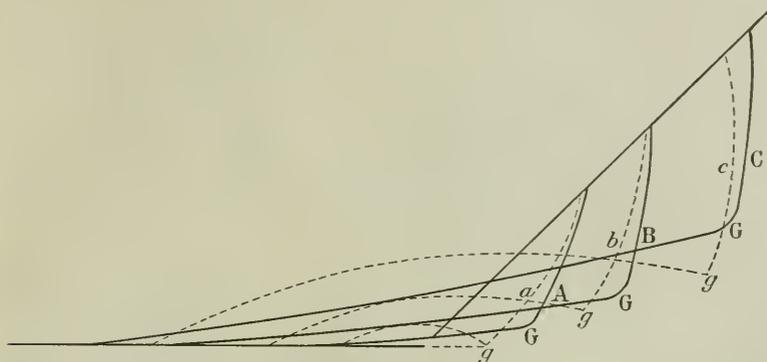


FIG. 1. — Démolition du « grand versant » de l'auge glaciaire et comblement de la vallée à fond plat par le cône de déjections.

- a, b, c. Profil en long après le passage de la lave.
 A, B, C. Profil régularisé.
 g, G. Déplacement de la rupture de pente et remontée du goulet.

du versant, mais au sommet du cône, de deux courbes concaves : celle du lit supérieur du torrent, qui tend vers la verticale; celle du cône de déjections, qui tend vers l'horizontale. Ce profil concave est un profil

1. On se reportera aux profils en long de torrents du grand ouvrage de P. DEMONTZEY : *L'extinction des torrents en France par le reboisement*, Paris, Impr. Nationale, 1894, 2 vol. in-4, xi+449 p., 32 pl. cartes, plans, coupes et profils; III p. + 127 pl. phot. + 9 p. Voir, dans le tome I, les pl. I, I bis, II, III, IV et V, relatives au torrent de Saint-Martin-de-la-Porte, et, dans le tome II, les phot. pl. n^{os} 1-15. — Voir également, du même auteur : *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes*, Paris, J. Rothschild, 2^e éd., 1882, in-8, xxxii+528 p., 105 fig. et pl., dont le profil en long du torrent du Bourget, fig. 14. — G. DE LA NOË et EMM. DE MARGERIE donnent, dans *Les Formes du Terrain* (Paris, Impr. Nationale, 1888), le profil en long du Nant Bruant, avec levé à 1 : 25 000 (pl. xx); voir aussi le panorama du Riou Bourdoux (pl. xiv). On trouvera des levés-types de cônes de déjections à grande échelle (1 : 20 000) et par courbes de niveau, dans l'ouvrage : *Topologie. Etude du Terrain*, par le général BERTHAUT, Paris, Service Géographique de l'Armée, 1909-1910, 2 vol. in-4, [iv] + xp. + p. 1-330; [vi p.] + p. 331-674; nombre fig. et pl.; voir I, pl. 87 et 89, et comparer avec la pl. XLVI, *Alluviation : Part of Cucamonga (Cal.) Sheet*, dans : ROLLIN D. SALISBURY and WALLACE W. ATWOOD, *The Interpretation of Topographic Maps* (U. S. Geol. Surv. Professional Paper 60, Washington, 1908). — Le général BERTHAUT reproduit, dans une autre planche (104), le levé à 1 : 20 000 du Plan directeur comprenant la partie inférieure du torrent de Sollières. Enfin, sur la feuille *Chamonix*, à 1 : 20 000, par HENRI et JOSEPH VALLOT, Paris, 1907 (voir *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 227 et suiv., fig. 1), on remarquera l'allure quasi-géométrique des sections horizontales dans le cône du Brévent, sur lequel est Chamonix, et les cônes des Pélerins et de Taconnaz, qui lui font face.

de régularisation : d'une part, dans le bas, le torrent a recreusé son lit dans les matières meubles du cône et s'y est encaissé, comme le Faucon ou l'Illgraben ; d'autre part, dans le haut, les matériaux se disposent dans l'ordre inverse de leur volume et de leur masse, les plus gros restant en haut, les plus ténus étant entraînés plus loin, par suite de la vitesse plus grande. Chaque catégorie de matériaux forme un talus ayant sa pente caractéristique : raide pour les plus grossiers, plus douce pour les moyens, étalée pour les plus fins, que l'eau arrive à mettre en mouvement sur une pente très faible. C'est là l'effet d'un phénomène mécanique, consécutif au transport : le triage des matériaux, en vertu duquel s'établit le profil des terres en mouvement, et ce profil se raccorde avec le profil dû à l'érosion régressive du cours d'eau, lorsqu'il ne divague plus sur le cône, mais lorsqu'il s'y encaisse. Le point de rencontre est le goulot.

Mais, après une crue, un gros orage, ce profil, qui est un profil rationnel, n'est plus exact. Des deux courbes élémentaires qui composent le profil total, la courbe supérieure, celle qui est voisine de la verticale, reste concave ; la rupture de pente, le goulot, reste au même point ou se relève ; mais la courbe inférieure, voisine de l'horizontale, est devenue convexe vers le ciel, par suite de l'accumulation des matériaux en son milieu. Laissons passer quelques années : cette saillie disparaît, le torrent recreuse son lit dans le cône, la courbe sur le cône redevient concave, et, comme dans le couloir les matériaux se classent et se fixent en raison de leur masse, les deux courbes se raccordent. C'est que la loi mécanique du triage des matériaux par l'eau courante a de nouveau fait son œuvre. Arrive-t-il un nouveau déluge, le profil se brise, et la courbe inférieure redevient convexe. Quel est donc le phénomène perturbateur qui entre en jeu au moment des gros orages et qui vient se mettre en travers d'une loi mécanique aussi générale que celle du tri des matériaux par ordre de dimensions décroissantes ? Ce phénomène à allures cataclysmiques, c'est le transport en masse, pêle-mêle et en une sorte de bloc liquide et cohérent, qui suit les gros orages, dans quelques terrains très meubles. Les plus gros blocs sont entraînés, noyés dans la masse, poussés en avant, parce que, à tout instant, ils forment un barrage, derrière lequel la masse boueuse reflue et fait ventre. Nous avons décrit, dans une étude sur le Charmaix de Modane, le mécanisme de ces barrages qui se font et se défont¹. — Le résultat de ce transport en masse est inverse

1. PAUL GIRARDIN, *La débâcle du Charmaix, aux Fourneaux, dite « éboulement de Modane »* (25 Juillet 1906) *La Géographie*, XIV, 1906, p. 143-152 ; carte à 1 : 70 000, fig. 5 ; phot., fig. 6-9). — On appelle à tort « éboulements » ces débâcles boueuses, comme « l'éboulement » du Grugny, dont il sera question plus loin. Nous avons fait ailleurs la part de ces débâcles dans le transport de blocs énormes, qu'on a pris parfois pour des blocs erratiques : *Éboulements et glissements de terrain dans les Alpes françaises et suisses* (*La Géographie*, XIII, 1906, p. 223-225). — Voir aussi :

du triage mécanique : ce sont les gros blocs qui se trouvent portés le plus loin, en vertu de la vitesse acquise, et ce sont les plus petits qui restent en route. Ce phénomène, antagoniste du triage mécanique des matériaux par l'eau courante, c'est celui de la « mise en suspension », par lequel les gros blocs perdent leur individualité dans la masse qui les entraîne. Nous retrouvons donc ici la loi de dispersion des matériaux qui régit l'éboulement proprement dit, dans lequel il est de règle que ce sont les plus gros blocs qui vont le plus loin. Ce fait nous avertit que nous sommes en face d'un phénomène intermédiaire entre le transport par l'eau courante et l'éboulement à sec. Cette masse boueuse portant des blocs, dans laquelle nagent les pierres et les menus débris, et que précède un rempart mouvant de gros blocs, c'est la « lave ».

Ce phénomène de la lave a été décrit déjà par les forestiers A. Surell, P. Demontzey, F. Bénardeau, qui l'ont observé surtout dans la vallée de Barcelonnette, la terre classique des torrents, sans montrer le lien qui unit la lave au cône. Nous décrirons ici quelques-uns de ses caractères, propres à faire comprendre son rôle dans le modelé des vallées alpines, et qui lui viennent de sa nature à la fois solide et liquide, la proportion des matières solides (boue, terre et blocs) l'emportant d'ordinaire sur la masse liquide. Aussi avance-t-elle, non comme un torrent, mais lentement, comme un glacier, sollicitée par la pesanteur et par la poussée de la masse en amont; on ne peut mieux la comparer qu'à ces sables humides en mouvement, dits « sables bouillants », dont l'invasion lente est irrésistible. Mais ce phénomène de la lave n'est pas particulier à la vallée de Barcelonnette ni aux « terres noires » du Callovien et de l'Oxfordien. Nous l'avons observé en Savoie, en Maurienne : le récent « éboulement » de Modane, qui a couvert d'un mètre ou deux de déjections le village des Fourneaux, n'était qu'une lave; les débâcles de Sollières sont des laves; lave aussi la coulée de boue de Pontamafrey. Dans les Alpes orientales, les *Muren* et le *Murgang* sont des laves; les débâcles, les glissements de terrain dans les Schistes grisons détremés par la pluie, les *Rufen* ou *Rufi* sont des laves. La célèbre théorie des débâcles boueuses de H. B. de Saussure, qui attribuait à ces transports en masse le dépôt des blocs erratiques, est une application exagérée, mais saisissante, des effets de ces laves, au milieu desquelles les blocs de rochers flottent comme des morceaux de bois.

La lave, pour se former, exige deux conditions, l'une géologique : un sol friable et délitable, qui n'ait pas été déblayé depuis longtemps par une semblable coulée de boue; — l'autre météorologique. Tous les

sols meubles et dépourvus d'arbres sont susceptibles d'être entraînés par une masse d'eau beaucoup moins considérable que le volume de terre qu'elle charrie; mais les sols prédestinés à l'entraînement sont les « terres noires », les marnes et marno-calcaires du Callovien et de l'Oxfordien, le Lias schisteux à faciès dauphinois de Barcelonnette, de l'Embrunais et du bord subalpin, les Schistes lustrés et tous les schistes qui leur sont apparentés, les Schistes grisons (*Bündner Schiefer*), les schistes du Flysch, enfin et surtout le gypse. Les torrents de Barcelonnette, le Faucon, le Bourget, les Sanières ont leur bassin de réception dans les schistes en plaquettes du Flysch, moins ravinables que ce qui vient au-dessous, et leur couloir dans les marnes du Jurassique moyen, qui ont fourni la matière de ces laves, et qui forment des surfaces en glissement bien loin au delà des berges attaquées. Les torrents de Saint-Jean-de-Maurienne et de la Basse Tarentaise sont dans le Lias; le Charmaix de Modane, dans les Schistes lustrés. C'est le gypse qui est responsable de la lave de Sollières, comme de celles du Saint-Martin, de la Griaiz et des Arandellys, dans la vallée de Chamonix¹.

Passons aux conditions météorologiques: d'abord, un orage, accompagné d'une de ces averses violentes et courtes qui sont la caractéristique du domaine méditerranéen, et surtout un orage accompagné de grêle. Le rôle mécanique de la grêle est considérable: sous le choc des grêlons, le sol se désagrège, les pierres et cailloux se déchaussent, se dégagent de leurs parties terreuses et sont préparés pour l'entraînement. On remarquera, d'autre part, que ce sont toujours les mêmes bassins de réception qui sont atteints, ce qui s'explique parce qu'on pourrait appeler le « circuit d'orage », phénomène en vertu duquel les orages dans la montagne suivent le même parcours, cheminent le long des mêmes crêtes, s'échappent par les mêmes cols, comme un cours d'eau atmosphérique qui suivrait un lit déterminé.

Si l'on rapproche certains caractères significatifs de la lave: le renflement terminal, derrière une muraille de blocs irréguliers, qui la fait ressembler à un glacier en crue poussant sa moraine frontale; son profil en travers bombé, comme le dos du même glacier en crue; — si l'on constate que la lave laisse derrière elle, à droite et à gauche, comme témoins de son passage, une trainée de gros blocs, simulant une moraine, l'analogie de ce phénomène avec le glacier en crue est frappante. Comme le glacier, la lave avance surtout par l'effet combiné de la pesanteur et de la poussée de la masse en amont; comme le glacier, c'est un transport en masse, dont les éléments, tels que les blocs erratiques, marchent de la même vitesse que le reste; et ainsi

1. Voir: H. DOUXAMI, *Observations sur quelques phénomènes torrentiels du bassin de l'Arve (Haute-Savoie)* (*Annales Soc. linnéenne Lyon*, LIII, 1906, p. 50-79).

s'explique que le torrent alpestre, lorsqu'une lave vient de recouvrir son cône de déjections, présente à cet endroit, dans son profil en long, — comme, d'ailleurs, dans son profil en travers, — le bombement, l'allure convexe caractéristique du glacier en crue.

Une lave du torrent de l'Envers. — Les crues d'un torrent comme l'Arc ou le Doron ne proviennent pas, à l'ordinaire, de l'ensemble du bassin, mais sont déterminées par l'afflux d'un ou de plusieurs torrents, toujours les mêmes, qui, heureusement, ne donnent pas en même temps. Alors que les autres affluents ne reçoivent que des éclaboussures d'un orage local, le mauvais torrent arrive en trombe d'eau, — ce que les montagnards appellent « sac d'eau », « excès d'eau », « tonnerre d'eau », — et, comme celle-ci ravage toute la vallée en aval, on est tenté d'attribuer ces ravages au torrent principal. Il y a donc lieu de localiser, dans chaque vallée, un ou plusieurs points critiques d'où proviennent les débâcles.

Pour l'Arc en particulier, dans la vallée moyenne, les fauteurs de crues sont le torrent de Saint-Martin de la Porte et celui de Saint-Julien, à l'extinction desquels procèdent les Eaux et Forêts¹; plus bas, celui de Pontamafrey, dont un sac d'eau a intercepté, pendant une semaine, la ligne du Mont Cenis, en juillet 1908. A Modane débouche le Saint-Antoine, et aux Fourneaux, où se trouve la gare internationale, le Charmaix, dont la plus récente débâcle est dû 23 juillet 1906. Mais le torrent dont les débâcles provoquent des désastres dans l'Arc, qui se propagent avec soudaineté du haut en bas de la vallée, c'est le torrent de l'Envers de Sollières².

Plusieurs circonstances géologiques et météorologiques s'ajoutent à la pente pour surexciter sa violence. Et d'abord, cette pente, dans le couloir, représente la pente même des grands versants de l'auge glaciaire, soit 60 à 70 p. 100. Son bassin de réception n'est que l'approfondissement en cuvette de l'ancienne vallée préglaciaire, à 2300 m. environ; il se jette dans l'Arc à Sollières à 1290 m., soit 1000 m. de chute pour un cours de 3 km. presque en ligne droite. C'est, d'ordinaire, un ravin sec, en forme de V très accusé; après l'orage, c'est un abat d'eau qui dévale comme sur la pente d'un toit.

Ce qui le rend si redoutable, c'est qu'il se trouve sur la trajectoire d'un de ces circuits d'orage qui remontent l'étroite Maurienne entre Saint-Michel et Modane et qui s'échappent, soit par le col de Chavière,

1. [P.] MOUGIN, *Consolidation des berges par dérivation d'un torrent (Torrent de Saint-Julien)* (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS. Exposition universelle de 1900 à Paris. [Notices.] Paris, Impr. Nationale, 1900. In-8, 39 p., 6 pl. phot.).

2. Voir la *Carte géologique détaillée de la France*, à 1 : 80 000, feuilles n^{os} 179 (Saint-Jean-de-Maurienne) et 179 bis (Bonneval).

soit par celui de la Roue. Le jour de la débâcle du Charmaix, on recueillit 63 mm. d'eau en 2 heures au poste de Fréjus, et 15 mm. à Pralognan, qui avait reçu des éclats par le col de Chavière. Quelques-uns de ces orages remontent la vallée au-dessus de Modane et s'échappent par la Combe de Bramans et le Petit Mont Cenis, en épargnant la Haute Maurienne. Cette Combe de Bramans est sujette, presque tous les ans, à des orages locaux qui atteignent le torrent de Sollières. En juillet 1908 encore, le grand pont en fer de la route du Mont Cenis était emporté par le torrent de Bramans.

A ces orages locaux s'ajoute la circonstance aggravante d'un sol instable. Là comme presque partout en Maurienne, entre Modane et Termignon et en aval de Modane, au Saint-Julien, à Pontamafrey dans une partie de la Tarentaise, le gypse est le grand coupable. M^r. L.-A. Fabre l'a établi pour le bassin du Bon Rieu de Bozel; il en est de même pour ceux de l'Arbonne¹, de Bourg-Saint-Maurice, du Saint-Antoine, de Modane; celui-ci traverse des bandes de gypse disposées transversalement à son cours et, tous les deux ans, charrie des blocs qui arrivent jusqu'à la ligne du Mont Cenis. En face de Sollières, sur les pentes de la Dent Parrachée, on peut suivre, d'année en année, aux Belles-Places, l'agrandissement d'un ravin qui menace Termignon; cette cicatrice correspond à du gypse. Enfin, le gypse est partout dans le paysage, et, là où il n'affleure pas, sa présence dans la profondeur se traduit par des entonnoirs de dissolution de forme circulaire, — on en aperçoit deux à l'angle d'une de nos photographies (pl. XII), — qui criblent la surface comme des trous de loups². Nous ne redirons pas ici pourquoi, à cause de sa solubilité, de sa friabilité, de sa salinité, qui le rend rebelle aux prises de la végétation, le gypse est, par excel-

1. Sur le Bon Rieu, voir : L. A. FABRE, *La végétation spontanée et le régime des eaux* (extr. de la *Rev. bourguignonne Univ. Dijon*, XV, n° 4, Dijon, 1905, p. 24). — Sur l'Arbonne : P. MOUGIS, *Histoire d'un torrent. L'Arbonne* (*Revue des Eaux et Forêts*, XLIV, 4^e août 1905, p. 449-457).

2. M^r. H. DOUXAMI a signalé une série d'entonnoirs dus à la dissolution du gypse jalonnant le bord Nord des Préalpes du Chablais. (*Observations géologiques aux environs de Thonon-les-Bains (Haute-Savoie)*, dans *C. r. Ac. Sc.*, CXXXVIII, 1904, p. 395-398.) Remarquons qu'on appelle, dans la région du Léman, « tines » ces cavités qu'on appelle « oulettes » dans la région de Pralognan (gypse du Petit Mont Blanc, etc.), alors que, plus au Nord et plus au Sud, on réserve le nom de « tines », ou « tignes », aux « marmites » tourbillonnaires; « tine », diminutif tinière, nous paraît être le vieux mot français. — L'Arve a son défilé des « Tines »; l'Isère, ses « Tignes », dans les gorges en amont et en aval du village du même nom; la Sarine a, à la fois, dans son défilé en amont de Monthoson, sa « Tine » et ses « Cuves ». Quant au mot d'« oule », dans le sens de marmite, il se trouve au fameux « Pont des Oules », près de Bellegarde. C'est, d'ailleurs, par le mot *olla* que M^r. JEAN BRUNDES a traduit, dans sa thèse latine, l'expression « marmite tourbillonnaire » : *De vorticum opera, seu quo modo et quatenus aquæ currentes per vortices circumlatae ad terram exedendam operam navent*, Friburgi, 1902. A compléter par : P. GIRARDIN, *Eaux courantes et tourbillons, d'après M^r. Jean Brunhes* (*Annales de Géographie*, XII, 1903, p. 357-359). M^r. JEAN BRUNDES cite nombre de ces faits d'érosion rapide indiqués plus haut.

lence, un terrain à ravinement et à entraînement, et pourquoi il conserve béantes, pendant des années, les plaies creusées par un orage.

Les débâcles de l'Arc provoquées par le torrent de Sollières comportent toujours les mêmes phases : d'abord la formation d'un barrage en travers de l'Arc, puis l'accumulation des eaux en amont, enfin la déblâcle quand le barrage cède. Les photographies ci-jointes, prises des hauteurs de la Losa (2 407 m.) (pl. XII) et d'un contrefort situé plus bas (pl. XIII), quelques jours après la dernière débâcle de 1908, représentent l'état des lieux à une échelle assez grande pour qu'on puisse suivre les trois actes de ce drame, dont les habitants de la Maurienne sont si souvent victimes, et retrouver les traces de la plus récente débâcle (20 juin 1908).

1° A la suite d'une averse violente, accompagnée de grêle, la lave se forme et s'accroît, en route, des matériaux de chacun des barrages qui l'arrêtent un instant et qui doublent à chaque fois son volume. Elle arrive ainsi en bas du « grand versant », où, la pente s'amortissant brusquement, elle se dépose sur le cône de déjections, qu'elle exhausse. Au point de vue morphologique, on voit que le cône de déjections est lié à la rupture de pente qui court au pied des versants de l'auge glaciaire. Plus ces versants seront élevés, plus le creusement aura été profond, et plus aussi le cône sera étendu, toutes circonstances égales d'ailleurs. C'est ainsi que la « lave » de Saint-Gervais a édifié un petit cône de 75 ha., à son débouché dans la plaine de Sallanches; que nous avons vu s'exhausser, sous nos yeux, le cône du Charmaix en 1906, celui de Saint-Antoine en 1905 et 1906, celui de Pontamafrey en 1908. Ainsi s'est édifié le cône sur lequel est bâti Sollières-l'Envers, qui est constitué de deux cônes emboîtés, comme on peut s'en rendre compte sur nos photographies. Le plus élevé, qui s'appuie sur deux masses de gypse en place, a été recreusé par l'Arc, car il y a conflit perpétuel entre le cône, qui repousse la rivière, et celle-ci, qui ronge le cône. On voit les berges vives, marquant les étapes de ce recreusement. A l'intérieur du grand cône, un petit cône plus récent porte le village et présente lui-même des berges vives, celles-ci récemment érodées, car on peut les faire remonter à la construction de la route du Mont Cenis (1806), dont le remblai a rejeté l'Arc sur la gauche. Dans ce cône, une partie plus claire signale l'espace sur lequel le torrent déverse ses blocs et ses pierrailles, et qu'on a renoncé à mettre en culture. Avec quelle rapidité s'accroît ce cône, c'est ce dont on peut se convaincre par l'étendue de cette tache blanche, qui révèle les apports récents. Une partie de cette lave, poussée par l'eau claire qui suit, parvient jusqu'à l'Arc; et, comme celui-ci n'arrive pas à déblayer au fur et à mesure cette masse qui coule sans cesse, il se forme un barrage, à l'endroit où l'Arc est res-

serré entre le cône de déjections et la terrasse d'alluvions anciennes sur laquelle est bâti Sollières-l'Endroit.

2° La seconde phase, c'est la formation, en amont du barrage, d'un lac, dont on aperçoit sur les deux épreuves l'emplacement asséché et le fond égalisé, sillonné par de multiples filets d'eau. Il occupe environ 10 ha. On y voit un amas de bloes de gypse, qui paraissent tombés d'hier, débris d'un éboulement datant d'une trentaine d'années, par suite du sapement de la paroi gypseuse par la masse d'eau dont les remous viennent battre le pied. Nous savons par précision, par un trait marqué sur la façade d'une maison, la hauteur à laquelle s'éleva l'eau, le 25 septembre 1866 : 2^m,80 au-dessus du sol de la route, laquelle est à 4 m. environ au-dessus du torrent, soit 6 m. au moins de hauteur d'eau. La surface de 10 ha., soit 100 000 mq., qu'on peut attribuer au lac de barrage est un minimum, puisqu'il allait en s'aminçissant fort loin vers l'amont; c'était donc une masse d'eau de plus de 600 000 mc. suspendue au-dessus d'un barrage fait de roches, de graviers et surtout de boue. Celui-ci, bien que se renouvelant sans cesse, dut céder à la fin.

3° Le troisième acte, c'est la débâcle, le sac d'eau. Le barrage cède, et l'eau se répand vers le canal, recreusant le cône de déjections, abandonnant les plus gros matériaux et formant un cône surbaissé, aujourd'hui immense champ de cailloutis à sec, tandis qu'elle descend en trombe, sans avoir la place de s'étaler, à cause de l'étroitesse du lit, ni le temps de se diviser, à cause de la pente, jusqu'à Modane, Saint-Michel et Saint-Jean.

C'est à des coups d'eau semblables, et qui proviennent peut-être du même torrent, qu'il faut attribuer le recreusement des grands cônes de déjections entre Montricher et Saint-Jean, qui présentent au torrent une tranche de trente mètres. Alors tous les ponts sautent, et les quartiers bas de Modane-Fourneaux, resserrés entre la route et le torrent, et au niveau de celui-ci, sont inondés. En juin 1908 encore, Modane-Gare a été submergée par le sac d'eau parti de Sollières, et, seule, la passerelle en fer du Génie résista. Mais la grande catastrophe de la vallée eut lieu le 25 septembre 1866, au moment où les terrassements de la ligne du Mont Cenis, qui avaient atteint Saint-Michel en 1857, se terminaient; les travaux furent bouleversés, et tous les ponts emportés; un seul fut épargné, le vieux pont d'Orelle, jeté en dos d'âne bien au-dessus du torrent. Ce pont, dont la position avait été traditionnellement conservée depuis des siècles, on vient de le démolir. Cette débâcle de 1866, bien vivante encore dans les souvenirs de tous, a dû être précédée de beaucoup d'autres. Nous avons retrouvé la mention d'une crue dévastatrice de l'Arc, qui ravagea toute la vallée, le 12 juin 1759, non plus jusqu'à Saint-Michel, mais cette fois jusqu'à Aiguebelle, et dont la soudaineté ne répond pas au carac-

tière d'une inondation proprement dite, mais au passage d'une onde d'eau, due à la rupture d'un barrage, qui ne peut être que celui de Sollières¹.

Cette obstruction du lit de l'Arc par le torrent de Sollières, si importante pour le régime du cours d'eau, constitue aussi un exemple qui nous permet de comprendre des faits très nombreux. Il n'y a pas de grand torrent dans les Alpes qui n'ait présenté, dans le passé, des faits quasi périodiques d'obstruction par une masse détritique qui est toujours une lave. Même les grands éboulements, où le rôle de l'eau est considérable, sinon comme force d'entraînement, du moins par l'imbibition préliminaire du terrain, se reproduisent aux mêmes endroits et se recouvrent les uns les autres. Ainsi s'explique cette allure si régulière des courbes de niveau, simulant un cône de déjections, que présente la Buzza di Biasca, dans le Tessin.

Un des phénomènes les plus grandioses qui puissent illustrer ces débâcles par barrage d'un torrent alpestre, c'est, sans doute, le déluge de Grenoble, dans la nuit du 14 au 15 septembre 1219, dont les détails sont conservés par un mandement de l'évêque Jean de Sassenage.

La Romanche, elle aussi, au sortir de la plaine de Bourg-d'Oisans, si bien nivelée qu'elle apparaît de suite comme le fond d'un ancien lac, est sujette à des obstructions provenant des torrents de Belle-donne et du Taillefer, aux noms significatifs : la Vaudaine et l'Infernet. Cette plaine de l'Oisans, à la suite d'une coulée de boue ou d'un éboulement qui se produisit le jour de la Saint-Laurent (10 août) de l'année 1191 ou 1182 (?), fut changée partiellement en lac, le lac Saint-Laurent. La tradition voulait que, l'eau s'étant frayée un chemin, tout le lac se fût vidé en entier dans la nuit du 14 au 15 septembre 1219. M^r H. Ferrand vient de montrer que le lac ne dut pas se vider ainsi, en entier, du jour au lendemain, et qu'il demeura des traces de ce lac Saint-Laurent jusque fort avant dans le xviii^e siècle : les meilleures cartes de ce siècle en font mention². Les preuves qu'il apporte et les

1. Voir : *Extraits de la Relation d'un voyage au Mont-Cenis fait en 1787* (*Annuaire Club Alpin Fr.*, XVI, Année 1889, Paris, 1890, p. 351-385), par PISON DU GALLAND, qui signale (p. 359) les restes de l'église de Randan (Randens), renversée le 12 juin 1750 par des torrents descendus « de cette montagne dont la longue chaîne sépare au Nord la Maurienne de la Tarentaise ». Le sol du terrain était au niveau du clocher. — Dans sa *Notice historique sur quelques inondations qui ont eu lieu en Savoie* (*Mém. Ac. royale de Savoie*, 2^e sér., III, 1859, p. 143), M^{sr} ALEXIS BILLET rappelle un « déluge de Modane », en 1469, qui ne peut provenir que du torrent de l'Envers ou du Saint-Antoine; quant au Charmaix, il avait dévasté les Fourneaux en 1644. — Enfin, M^r MOUGIN a retrouvé trace d'une débâcle arrivée en octobre 1615.

2. Dans une première étude, M^r HENRI FERRAND reproduisait simplement la tradition telle quelle : *La Vaudaine. Étude sur le vallon de la Vaux-Daine (Vallis damnata) et excursion aux pics qui le dominent (Oisans) (Petite Voudène d'après la carte de l'État-Major Français)*, Grenoble, 1879, 24 p. (extr. du *Bull. Ac. delphinale*, 3^e sér., XIV, 1878, p. 91-110). — Dans le récent travail auquel nous faisons allusion.

extraits de ces cartes nous paraissent convaincants. Nous ajouterons, par application de l'idée que nous venons de développer, que, quand bien même le lac se fût vidé en entier dans cette nuit désastreuse, il devait se reformer et se reformera toujours dans la suite dès que les travaux de correction seront suspendus, puisque les laves de ces deux torrents opposés, formant barrage en cet endroit resserré de la vallée, élèveront sans cesse le plan d'eau de la Romanche.

Formation actuelle et continue des cônes de déjections. — Comment se nourrit donc un cône de déjections? La nature de la lave, ses relations avec le fait météorologique qu'on appelle sac d'eau et avec la nature du sol, ou plutôt avec le faciès marneux ou marno-calcaire, nous font assister à la formation du cône de déjections, qui est l'élément le plus caractéristique des vallées alpestres, et plus encore des vallées très jeunes de l'Himalaya, d'après les observations que doit publier M^r C. Calciati. Un cône de déjections ne se forme pas par l'apport lent et continu, au cours des siècles, grain à grain ou bloc par bloc, de matériaux plus ou moins homogènes et calibrés. Son édification est la contre-partie de l'érosion, qui se fait aussi, comme l'ont montré MM^{rs} J. Brunhes, E. Chaix, E.-A. Martel, par attaques brusques, par le creusement de ravins et l'apparition de torrents nouveaux, comme le Laou d'Esbas, dans les Pyrénées, par la chute de pans entiers de berges, préparés par le glissement lent de tout un quartier de versant ou de montagne et suivis de périodes de repos, pendant lesquelles la végétation consolide la pente et les berges vives reprennent leur aplomb. Si l'on examine la coupe naturelle des grands cônes de déjections entre Saint-Martin de la Porte, Saint-Julien et Villarclement, on observe des assises de gros blocs en saillie sur la boue desséchée, dont chacune correspond à l'apport d'une lave distincte.

Ainsi, le cône s'exhausse peu à peu sur le parcours des laves les plus récentes, jusqu'à ce que, un jour ou l'autre, le torrent change de lit et qu'une lave nouvelle se détourne à droite ou à gauche vers les parties non exhaussées. Ainsi se combient les parties en creux et se nivellent les apports restés en saillie, de sorte que l'arc de cercle que dessinent les courbes de niveau sur un cône ne présente plus d'in-

M^r H. FERRAND fait la critique de la tradition, en s'aidant des cartes de N. DE FEU, SANSON, etc. : *Le lac Saint-Laurent. Son histoire. Les erreurs commises sur sa durée* (Bull. de Géog. hist. et descriptive, XXIV, Année 1909, n° 2, p. 205-222, 3 fig. cartes). — Notons que ce point litigieux n'a pas échappé à la consciencieuse information de H. METZGER, qui, dans une note de la *Revue Alpine* (10^e année, n° 8, 1^{er} août 1904), s'exprime ainsi : « Comme le lac de Saint-Laurent, en Oisans, est encore marqué sur des cartes des XVII^e et XVIII^e siècles », la chapelle de Sainte-Petronille, recouverte par le « grand glacier » de Grindelwald, continue de figurer sur les cartes encore en 1816.

flexions que sur le passage du torrent ¹. Tout se passe comme si le torrent alignait successivement ses dépôts selon toutes les génératrices du cône. Les gens du pays n'ont pas été les derniers à remarquer que cette force chaotique qu'est la lave dessine finalement des formes géométriques simples : tous les quarante ans, par exemple, disent les riverains, le Drac fait son mouvement de retour de droite à gauche ou de gauche à droite dans la plaine de Champ, qui est son œuvre.

De fait, dès que nous remontons plus haut dans la vie historique d'un torrent, — et seuls les plus heureux n'ont pas d'histoire, — nous pouvons reconstituer, coulée par coulée, ou lave par lave, cet alluvionnement suivant un plan géométrique. On trouvera dans les planches du grand ouvrage de P. Demontzey le plan à 1 : 3 000 du cône du Saint-Martin ². On a pu y figurer une dizaine de coulées, qui s'entrecroisent et aboutissent à l'Arc, en remontant seulement à la fin du xviii^e siècle, à la lave de 1797, à laquelle ont succédé celles de 1834, 1877, 1881, 1885, 1887, et surtout du 29 juin 1890. Sur une planche de l'ouvrage *The Interpretation of Topographic Maps* consacrée à l'alluvionnement ³, on remarquera le grand nombre des coulées divergentes, figurées en pointillé, qui jalonnent la direction des apports.

Il descend des laves tout le long de la vallée. C'est même dans la haute vallée, où l'érosion est à l'œuvre avec le plus de vigueur, que les laves sont le plus fréquentes : en Maurienne, par exemple, il ne se passe pas d'année que des versants schisteux du Mont Iseran il ne descende une coulée de boue qui obstrue le torrent. Et pourtant, il ne se forme [pas de cône en cet endroit. C'est que, pour qu'un tel cône s'édifie avec régularité, il faut que le torrent ne déblaie pas les matériaux, au fur et à mesure de leur arrivée, pour les distribuer en aval ; il faut que sa vitesse et sa pente soient amorties, ce qui ne se réalise que dans la partie moyenne de la vallée, vers 1 000 m. d'altitude ; il faut, enfin, que le fond de la vallée soit assez large pour le recevoir, ou qu'il ait été remblayé sur une hauteur suffisante pour que les apports successifs puissent s'étaler en surface. Ces circonstances ne se trouvent réunies, en Tarentaise, qu'à partir de Bourg-Saint-Maurice, où les trois cônes du Reclus, de l'Arbonne et du Versoyen ont remblayé la vallée jusqu'à 800 m. d'altitude ; en Maurienne, qu'à partir de Modane, où le Saint-Antoine et le Charmaix sont des cônes typiques, tandis que le cône de Sollières n'a pu s'étaler librement ; dans le Valais, qu'à partir de Brigue.

1. Le général BERTHAUT, discutant nos idées dans la conclusion de sa *Topologie...* (II, p. 646), tire même argument de la régularité géométrique de ces courbes pour juger inutile l'échelle de 1 : 5 000 appliquée à un « levé-échantillon » de cône de déjections.

2. P. DEMONTZEY, *L'extinction des torrents...*, I, pl. 1 bis.

3. ROLLIN D. SALISBURY and WALLACE W. ATWOOD, *The Interpretation of Topographic Maps*, pl. XLVI.

Puisque l'apport de laves est un phénomène qui se renouvelle sans cesse en montagne, même dans les régions boisées, on ne peut parler, au sens absolu, ni de torrents éteints, ni de cônes fixés. Il n'y a qu'une plus ou moins grande probabilité de retour de la lave. L'utilisation que l'homme fait des cônes de déjections, en s'inspirant de la nature du torrent, est significative : le cône laissé en friche, par exemple dans l'Ubaye, indique l'impossibilité de lutter; le cône boisé, par exemple la forêt de pins de Finges, en Valais, se concilie avec des apports plus ou moins fréquents; de même, le cône planté en vignes (Saint-Julien, Saint-Martin) peut recevoir, de temps en temps, des blocs qu'on enlève et dont on fait des murs; le cône cultivé indique un torrent éteint, qui ne donne plus de laves. Mais nous ne serons jamais définitivement sortis de l'ère des cônes de déjections, qui sont le grand moyen mis au service de la nature pour le remblaiement et l'exhaussement des vallées, parce que nous sommes relativement tout près de la période glaciaire, et que la lave et le cône, le ravin et le torrent ne sont que des modalités du même fait nécessaire : à savoir la démolition des grands versants de la période glaciaire, dont le profil en travers tend à s'adoucir conformément aux pentes de l'eau courante. Tant que ce profil d'équilibre transversal ne sera pas atteint, nous aurons ici des débâcles et des laves, là des éboulements.

Voici une autre preuve que la formation des cônes est un phénomène actuel et qui se continue. Considérons le profil en long des grandes vallées alpêtres : Are, Isère ou Arve, Rhône valaisan, Rhin ou Adige. Les ruptures de pente ne sont pas déterminées par la rencontre d'une roche résistante; les paliers ne s'alignent pas en amont d'un seuil calcaire ou granitique, comme la barre de calcaires urgoniens de Saint-Maurice. Mais on constate que les grandes ruptures de pente correspondent soit aux cônes de déjections, soit aux éboulements. Dans le Valais, par exemple, il y en a deux, qui jouent aussi un rôle dans la géographie politique et même dans la géographie industrielle et économique : celle de Saint-Maurice et celle de Sierre. La première est due au cône de Saint-Barthélemy, dont la dénivellation fournit la force à des usines hydro-électriques qui alimentent Lausanne. La seconde, c'est celle de la forêt de Finges, du cône de l'Illgraben, limite historique du Haut et du Bas Valais. Dans la vallée du Rhin, l'éboulement de Flims; dans celle de l'Adige, les Lavini di San Marco, dans celle du Tessin, la Buzza di Biasca; dans la Haute Maurienne, l'éboulement de la Madeleine jouent un rôle analogue aux cônes de déjections qui, plus bas, à Modane, par exemple, à Saint-Jean, à la Chambre, déterminent les paliers de la vallée. Pourtant, le cône, comme l'éboulement, est composé de masses détritiques, meubles, friables et instables, dont le déblaiement ne devrait être qu'un

jeu pour un cours d'eau aussi vigoureux que le torrent alpestre. Il faut donc que cet apport de matières meubles se renouvelle constamment, que l'accumulation balance le déblaiement et l'emporte sur lui, pour relever le plan d'eau en arrière et forcer les alluvions à se déposer. Voilà une preuve que fournit le raisonnement, et qui s'ajoute à la preuve d'observation de tout à l'heure.

Nous pourrions montrer, en faisant l'historique des plus récentes débâcles torrentielles, que les cônes du Valais les mieux caractérisés, ceux qui ont le profil le moins surbaissé, ceux à la surface desquels le torrent, même fixé et empierré, se déplace sans cesse, répondent aux torrents qui se sont signalés par des catastrophes à l'époque historique. De tous ces cônes, le plus dominateur est le bois de Finges, qui a un relief de plus de 300 m., nullement éteint, inculte; or nous savons que les ravins ramifiés de l'Illgraben (Höllengraben, la « Combe d'enfer ») crachent sans cesse des blocs de gypse rosés ou blanchâtres; puis c'est le cône du Chamoson, qui a un relief de 241 m. et qui a été nourri par les glissements de terrain de la Combe du Grugnay; — c'est l'éboulement du Grugnay, renouvelé le 15 janvier 1906, qui a enseveli l'ancien village de Saint-Pierre de Clages, dont seule l'église subsiste¹; — c'est le Saint-Barthélemy, dont les alluvions proviennent du remaniement de l'éboulement de la Dent du Midi en 1739 et le 26 août 1835, un des plus fameux dont l'histoire fasse mention²; — c'est le cône, très exhaussé, de la Gryonne, constitué par les érosions du cours supérieur dans des berges mouvantes de gypse ou de moraines, que le Service du Reboisement est presque impuissant à fixer.

Ainsi l'histoire des grandes catastrophes illustre le rapport de ces deux faits perturbateurs: la lave torrentielle, ou la coulée boueuse, et le cône de déjections.

PAUL GIRARDIN,

Professeur à l'Université de Fribourg (Suisse)

1. H. SCHARDT, *L'éboulement du Grugnay près Chamoson (Valais)* (extr. du *B. S. Murithienne des Sc. nat. du Valais*, XXXIV, 1907, Sion, 1907, p. 205-223). — L'ancien « éboulement » dont nous parlons ici n'est, comme celui de Modane, qu'un glissement par imbibition du terrain (*Murgang*), ce qu'on appelle en Valais une « ovaïlle » (exemple: l'Ovaïlle de Corbeyrier). Ce glissement peut être très lent. Celui qui a enveloppé Saint-Pierre de Clages en 1308 a mis 18 ans à descendre le couloir de Saint-André à Saint-Pierre (1290-1308).

2. Comme le dit Ed. COMBE (*Écho des Alpes*, 1885, p. 61-65), la Dent du Midi est une « Derochiaz » en activité, ce qui cadre avec notre théorie des cônes « nourris » par les laves et les éboulements. Sur l'éboulement de 1835, voir: LARDY, *Note sur l'éboulement d'une portion de la Dent du Midi* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, VII, 1835, p. 27). La Cime de l'Est a entraîné une partie du glacier de Plan Nèvé. (Voir: JAVELLE, *Écho des Alpes*, 1870, p. 177.)

LÉGENDES DÉTAILLÉES DES PHOTOGRAPHIES (PL. XII-XIII)

Ces deux épreuves proviennent de clichés 9 × 12 obtenus à l'aide d'un appareil adapté à la restitution photographique et construit à cet effet par la maison Gaumont, d'après les données fournies par M^r HENRI VALLOT; elles ont été prises à la mi-septembre 1908, trois mois après la lave dont nous parlons ici (juin).

PL. XII

La phot. pl. XII a été prise des hauteurs de la Losa (2 407 m.), à l'extrémité de la route stratégique venant d'Aussois. Contraste des deux versants : en face, à l'ombre, à l'« envers », la grande forêt d'Arc, en sapins; au-dessous de la station, au contraire, à l'« endroit », des pins clairsemés qui constituent la limite supérieure de la forêt. Cette limite se suit bien sur le versant d'en face, à 2 050 m. environ, et coïncide avec la naissance des ravins, avec la rupture de pente selon laquelle la surface tranquille de la vallée préglaciaire se raccorde avec les versants de l'auge glaciaire. Le V aigu du ravin de l'Envers est très net; il est entaillé dans un versant de gypse, dont les affleurements dessinent des taches blanchâtres dans la forêt. En bas, sur la gauche, une berge érodée en demi-cercle régulier rappelle un ancien méandre abandonné; une amorce de berge formée dans les mêmes conditions domine le cône récent (voir pl. XIII). En bas et à gauche, les entonnoirs, ou « onlettes », dont il est question dans notre article.

PL. XIII

La phot. pl. XIII, prise à 400 m. environ au-dessus du village, présente les mêmes faits à une échelle agrandie. On voit très nettement sur cette épreuve une passerelle provisoire, une simple planche en aval et un pont reconstruit en amont. En 1908, le barrage se produisit juste à l'endroit de la passerelle d'aval, et c'est à la débâcle qui s'ensuivit qu'il faut rapporter l'érosion des berges du cône, sur 2 m. de haut, bien visible aussi, phénomène d'érosion rapide opéré en quelques minutes, comme contre-partie des apports sur le cône. Quant au point de départ de la débâcle de 1866, là où le barrage s'était formé et rompu, il faut le localiser un peu plus en amont, sous le pont. La masse d'eau a immédiatement recrusé le cône sur plusieurs mètres, autre fait d'érosion rapide, plus grandiose, puisque la berge dans le cailloutis a 4 à 5 m. de haut. — Sur la gauche, des blocs de gypse provenant d'un éboulement paraissant tout frais, et qui doit remonter à 1866, tant la végétation a peine à prendre sur cette roche.

Sollières est le type, rare en Savoie, d'un village qui n'est composé que de deux groupes d'habitations, nommés, d'après leur situation, l'Envers et l'Endroit.

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE

LA MONTAGNE NOIRE DE BASSE BRETAGNE

La Montagne Noire consiste en une bande longue et étroite de roches dures, disposées, d'une manière générale, d'Ouest en Est, entre le bassin schisteux de Carhaix-Châteaulin, ou Cornouaille intérieure, et les plateaux granitiques ou schisto-cristallins de la Cornouaille extérieure ou maritime¹. Comprise dans un sens étendu, la Montagne Noire va du Menez Hom aux landes de Glomel, sur une longueur de plus de 55 km. à vol d'oiseau ; on peut même, comme l'a indiqué E. de Fourcy², lui annexer, au delà de l'apophyse granitique de Rostrenen, les schistes et les grès de la Forêt de Quénécan et de Mur, sur le haut Blavet, ce qui porterait la limite orientale du massif jusqu'au près d'Uzel, à 95 km. environ du Menez Hom. Mais la Montagne ne forme une véritable unité physique que sur la moitié de cet espace, entre Brieec et Glomel (45 km.). Quant à la largeur, elle est partout très faible : 5 km. sous le méridien de Laz, 4 km. sous celui de Roudouallec, 3 km. sous les méridiens de Gourin et de Glomel. L'altitude, qui ne peut développer beaucoup la surface topographique, est au maximum de 326 m. au-dessus de la mer dans les Bois de Toulaëron, et ne dépasse guère 100 ou 150 m. au-dessus des régions environnantes, à l'exception du ravin profond de l'Aulne, que son affouillement dans les schistes du bassin de Châteaulin met à 270 m. en contre-bas de la plus haute crête des Bois de Laz. Aussi ne peut-on considérer la Montagne Noire en elle-même, indépendamment des régions, au modelé moins accusé, où ruissellent ses eaux et où ses pentes viennent mourir. Elle n'est pas une région, mais une zone de rencontre de régions. Nous y penserons toujours en l'étudiant. Mais, comme il arrive parfois pour les zones de rencontre, les caractères physiques s'y accentuent, et soit pour la morphologie, soit pour le climat, ils se discernent mieux. La vie humaine s'y montre plus soumise au déterminisme physique ; les relations ordinaires de

1. Cartes à consulter : *Carte de l'État-Major*, à 1 : 80 000, feuilles n° 73 (*Châteaulin*) et 74 (*Pontivy*) ; — *Carte géologique détaillée de la France*, à 1 : 80 000, mêmes feuilles.

2. E. DE FOURCY, *Explication de la carte géologique du Finistère*, Paris, 1844, p. 112. — Même point de vue chez M^r CH. BARROIS (*Carte géologique détaillée de la France*, feuille n° 74, *Pontivy*, Notice).

l'homme et de la nature deviennent plus nettes, et des rapports nouveaux se laissent voir.

I. — ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE.

De Laz au Menez Du (Mont Noir), en Plévin, la Montagne Noire se compose de deux crêtes à peu près parallèles dirigées au N 75° E, et séparées par une sorte de vallée médiane, large de 1 200 à 1 500 m. La pente Nord est à la fois assez longue et rapide : la Montagne y domine de 150 m. la plate-forme schisteuse du bassin de Châteaulin, entaillée elle-même d'environ 100 m. par le ravin de l'Aulne. La pente Sud est aussi rapide, mais moins longue : la Montagne n'y domine que d'une centaine de mètres les plateaux ondulés, aux pentes un peu indécises, d'où divergent les minces rivières de Cornouaille, l'Odet, l'Isle, l'Aven et l'Inam ou Ster Laër, affluent de l'Ellé.

La route de Laz à Roudouallec, qui suit la crête Sud, de Croas-Janus aux environs de Castel Rufel, et le chemin de lande qui continue la route vers l'Est jusqu'à l'ardoisière de Kerrouec, forment une sorte de corniche d'où il est facile d'observer les caractères essentiels du pays. La crête Nord se développe d'Ouest en Est sur plus de 20 km., des sommets de Laz aux Bois de Toulæron. Ce n'est pas une arête continue, mais une série de buttes aux angles vifs et aux formes tourmentées, où affleurent à tous les sommets les roches dures, schistes sombres et quartzites blancs, déchaussées par l'érosion : d'abord, les crêtes de Laz, Roc'h Vian (Petit-Roc), Roc'h ar Riskérès (Roc de la Glissade), Roc'h Plen (Roche Plate), Roc'h ar Justic, Menez an Aoutrou (Mont du Seigneur), dont la ligne dentelée domine les futaies du parc et des bois de Trévarez ; puis les crêtes boisées de Saint-Goazec, Roc'h ar Chastel, Roc'h an Touséged (Roc aux Cra-pauds), Roc'h Yell (Roc bigarré)¹, Roc'h an Deniel, dont les pentes rapides sont tapissées par le Coat Quéinnec (Bois adossé), et que des landes dénudées joignent aux Bois de Toulæron, au-dessous desquels reparaît le roc : Roc'h Luz (Roc aux Myrtilles), Roc'h an Marc'h Boyard, Roc'h an Telegraph². Entre les « Roc'h » se creusent des gorges profondes en V, où les eaux torrentielles se précipitent vers l'Aulne, et dont les échancrures permettent des échappées lointaines sur les ondulations du bassin de Châteaulin, jusqu'à la Motte de Cronon³ et aux autres sommets de la Montagne d'Arrée. Ces gorges sont

1. D'où est venu par corruption le nom du hameau de Royal.

2. Poste de télégraphie optique jusqu'en 1850. — Cette nomenclature a été établie avec l'aide des instituteurs, notamment de MM^{rs} JESTIN, depuis de longues années instituteur à Saint-Goazec, et PÉRÉS, instituteur à Laz.

3. C'est le vrai nom de la butte appelée d'ordinaire Mont Saint-Michel de Brasparts. Voir : C. VALLAUX, *La Nature & l'Homme en montagne d'Arrée. Brasparts et Saint-Rivoal* (Bull. Soc. archéologique du Finistère, XXXV, 1908, p. 114).

assez nombreuses et assez creusées pour drainer à peu près complètement la vallée médiane vers l'Aulne ; aussi cette vallée ne contient pas de surfaces tourbeuses capables de s'opposer à la colonisation, et elle est presque entièrement défrichée ; il faut faire exception pour les marais de Cudel, parce que le ruisseau de Spézet, qui s'en échappe, est plus éloigné que les autres du niveau de base de l'Aulne et n'a pas l'énergie nécessaire pour creuser sa vallée et pour drainer les marais. Toute la vallée médiane envoie ses eaux à l'Aulne, à l'exception de deux légères échancrures, l'une au Sud-Est de Laz, l'autre au Nord de Gourin, où les réseaux de l'Odet et du Ster Laër sont parvenus à pousser des têtes de sources.

Ces deux échancrures sont les seules qui interrompent la continuité de la crête Sud. Cette crête, près de laquelle et sur laquelle serpentent les chemins de Roudouallec et de Kerrouec, diffère donc essentiellement de la crête Nord. Elle en diffère, parce qu'elle est une crête véritable, au lieu d'une série de buttes ; elle en diffère par la composition géologique, car le Grès armoricain y remplace les dalles dévoniennes ; elle en diffère par son aspect extérieur, car les bois y sont rares, petits et récemment plantés jusqu'au Roc'h ar Vran (Roc aux Corbeaux) ; à l'Est de ce roc seulement, recommence la forêt dans les Bois de Conveau, mais elle se déroule surtout sur les schistes du Silurien, et non sur les grès. En général, la crête a des formes lourdes et arrondies, et jamais dentelées. Ce caractère n'a pas échappé aux habitants, et la toponymie locale le met bien en relief. Nous venons de voir que les buttes de la crête Nord portent presque toutes le nom générique de *Roc'h*, qui s'applique aux formes à lignes nettes et anguleuses ; au contraire, les mamelons de la crête Sud s'appellent généralement *Menez*, depuis le Menez Ar de Laz jusqu'à la croupe de Gourin (Menez Kluden), et il est certain que ce nom générique de Menez s'applique aux formes ondulées¹.

L'horizon que l'on découvre, du haut de la crête Sud, vers la Cornouaille est plus limité que celui qui s'étend au Nord vers le bassin de Châteaulin. A l'Ouest et à l'Est, sur des schistes mélangés à des granites très décomposés, les régions drainées par l'Odet et par le Ster Laër forment un ensemble de vallonnements verdoyants, où les agents du modelé ont adouci la topographie et assuré aux eaux un écoulement régulier. Au Centre, au contraire, s'amorce, au pied de la montagne, à Roudouallec, une région tabulaire marécageuse, qui s'étend et se relève en éventail vers le Sud, de Guiscriff à Coray, et où se traînent, lentes et incertaines, les eaux de l'Isole et de l'Aven, à travers de vastes landes. C'est là ce pays recouvert de

1. C. VALLAUX, *Toponymie de la montagne d'Arrée*, Quimper, 1905, 12 p., 1 pl. carte (extr. du *Bull. Soc. archéologique du Finistère*, XXXII, 1905, p. 115 et suiv.).

cailloux et de galets roulés, de 1 m. d'épaisseur environ, que la carte géologique rapporte au Tertiaire, et dont la conservation pose à la géographie bretonne d'intéressants problèmes. Ces cailloux roulés ne se trouvent pas seulement dans le triangle Roudouallec-Guiscriff-Coray, mais c'est là qu'ils ont leur plus grande extension. Une autre zone, moins étendue, forme, au Sud-Est de la crête de Conveau, la lande de Kerivoal et de Plouray, et des lambeaux ont été relevés encore, plus loin à l'Est, dans le bassin du Blavet et jusqu'au Nord de la Forêt de Lanouée.

Ce cailloutis est porté sur quelques points, entre Guiscriff, Roudouallec et Coray, à une altitude presque égale à celle de la Montagne Noire (239 m. à la Grande Garenne) et le granite le perce à 240 m., à Kergus, entre Gourin et Guiscriff. Une rigole d'érosion longitudinale, où reparaissent les schistes cambriens, sépare les cailloux de Roudouallec des grès de la Montagne. Mais il n'en est pas moins certain que l'on ne peut séparer l'étude de la Montagne Noire de celle des galets roulés de Guiscriff et de Coray, car, si la crête de la Montagne est un témoin de l'ancienne pénéplaine, l'altitude et l'état inachevé de l'érosion dans les galets sont aussi des témoignages de la conservation de la pénéplaine, et ces témoignages ont peut-être plus de valeur que la crête de la Montagne elle-même.

L'interprétation générale aujourd'hui admise pour la Montagne Noire, comme pour toutes les collines bretonnes, en fait essentiellement une montagne de simple érosion. La tectonique primitive du massif breton n'est pour rien dans le relief actuel : elle n'est sensible que dans l'orientation, généralement W-E, des roches dures, que les agents du modelé ont déchaussées, et dont les crêtes actuelles étaient nivelées à la surface de la pénéplaine ancienne, avant les événements qui ont rendu à l'érosion une certaine activité et rajeuni le relief. Ces événements sont : d'abord, un soulèvement épeirogénique général du massif, pour l'étude duquel les documents font défaut dans la région que nous considérons ; ensuite, un mouvement positif des côtes bretonnes, qui a rejeté le niveau de base vers l'intérieur, tendu le profil des rivières et ravivé l'érosion. Ainsi, les facteurs du relief que nous connaissons, ce sont les agents du modelé, rendus à l'activité par un soulèvement épeirogénique du massif armoricain et surtout par un mouvement positif des côtes¹. C'est la définition du type (très semblable au type appalachien) que A. de Lapparent proposait d'appeler « type armoricain », sans vouloir y reconnaître un gauchissement appréciable².

1. EMM. DE MARTONNE, *La pénéplaine et les côtes bretonnes* (*Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 214 et suiv., 230 et suiv.).

2. A. DE LAPPARENT, *Leçons de géographie physique*, 3^e éd., 1907, p. 713. Il est intéressant de comparer cette interprétation avec les explications anciennes

Tout en acceptant la valeur générale de ces conclusions, il est permis de penser qu'elles n'ont pas une valeur absolue. Dans le cas que nous considérons, il est exact que les ondulations et la plupart des dislocations de la tectonique primitive (que, du reste, nous connaissons mal) semblent ne correspondre en rien au relief actuel. Toutefois, en dehors des orientations, il y a des faits tectoniques qui laissent des traces évidentes sur le sol d'aujourd'hui, à travers toutes les érosions : ce sont certaines failles. Les grandes failles SW-NE de Briec à Châteauneuf, à l'Ouest de Laz, ont pour résultat un bouleversement complet de la structure générale de la Montagne Noire : disparition de la vallée médiane ; disparition de la crête rectiligne Sud ; indécision du relief, consistant en buttes et en ressauts de terrain où s'évanouit toute disposition linéaire ; et, par suite, éventrement de la Montagne, formation de la plaine marécageuse de Briec, passages anciens et routes de tout temps très suivies entre la Cornouaille et le bassin de Châteaulin. De même, la faille orientée SW-NE entre Gourin et Tréogan, en faisant jouer les compartiments de roches dures les uns par rapport aux autres, a déterminé, en dehors de toute érosion, cette brèche de la Montagne où passent la route et le chemin de fer de Gourin à Carhaix ; l'érosion est venue ensuite pour creuser encore la brèche et adoucir les pentes.

Ces faits à part, il est positif que la formation de la Montagne et l'évolution du réseau hydrographique de Cornouaille constituent deux ordres de faits étroitement liés. Il est donc essentiel d'étudier les formes différentes qu'a prises l'attaque de l'ancienne pénéplaine par l'érosion, et qui ont eu pour résultat le déchaussement des roches dures de la Montagne.

Les principales remarques qui s'imposent sont les suivantes.

Dans la partie occidentale des bancs de roches dures (la vraie Montagne Noire), des Bois de Conveau au Menez Hom, la crête Sud (Grès armoricain) est parfois entamée par les eaux courantes, aux sources du Ster Laër et de l'Odet, mais elle n'est jamais entièrement traversée par de vrais cours d'eau. Les affluents de l'Aulne, qui ont troué et découpé en buttes les schistes et les quartzites de la crête Nord, et qui ont déblayé en partie la vallée médiane, s'arrêtent tous à la crête Sud. Le Grès armoricain forme donc ici une incontestable ligne de partage. Au contraire, dans la partie orientale, au delà de la Montagne Noire, des Bois de Conveau à Uzel (massifs de Glomel et de Quénécan), la bande de Grès armoricain est fréquemment entaillée et traversée de part en part par des gorges profondes : celles du ruisseau de Rozo et de l'Ellé, à l'Est de Conveau, et surtout la longue

gorge sinueuse où coule le Blavet, de Goarec à Mur. Ici, non seulement le Grès armoricain n'est plus respecté par l'érosion, mais le sillon d'érosion principal s'est établi dans le lit de cette roche.

Des contrastes du même ordre s'observent dans les réseaux hydrographiques. Au Sud-Ouest de la Montagne Noire, en Cornouaille, le cailloutis dont nous avons parlé plus haut est assurément l'indice d'un déblaiement inachevé¹. Le triangle Roudouallec-Guiscriff-Coray, comme la plaine de Brieç, est un centre de dispersion des eaux : mais les réseaux sont mal articulés et la direction demeure souvent incertaine. Cela est vrai pour l'Odet, le Ster Laër, l'Isolé et l'Aven, mais frappant surtout pour ces deux dernières rivières. L'incertitude des directions, l'absence ou la faiblesse des vallonnements dans la partie supérieure des réseaux et les étendues marécageuses donnent au plateau de Roudouallec, adossé à la Montagne Noire, une ressemblance véritable avec le massif granitique de Iluelgoat, adossé à la Montagne d'Arrée ; la ressemblance n'est pas seulement physique, elle est humaine : dans l'une comme dans l'autre région, la population est clairsemée².

Comparons cet état inachevé du modelé, au Sud de la Montagne, avec le point d'évolution où il est parvenu au Nord, dans le bassin de l'Aulne, et à l'Est, dans celui du Blavet : la différence est saisissante. Au Nord, l'Aulne et ses affluents ont déterminé dans la Montagne, comme nous l'avons vu, de multiples articulations, et les gorges en V des affluents de l'Aulne se transforment en vallées en U dès l'arrivée des ruisseaux dans les schistes de Châteaulin, ce qui dénote une érosion poursuivie de longue date, sans obstacles. A l'Est, le modelé est moins avancé, comme le montrent les étangs de Glomel et des Salles³, où les cours d'eau-déversoirs n'ont pas encore pu débayer les digues naturelles de retenue ; mais il est certain qu'un déblaiement puissant a déjà été fait dans le bassin du Blavet : nous en trouvons les preuves évidentes dans l'éparpillement et dans la médiocre extension de la couverture de cailloux roulés, ainsi que dans les gorges profondes où s'encaissent le Blavet et ses affluents, à travers les schistes et les grès de Quénécan.

Les bassins de Cornouaille nous donnent donc un modelé ébauché ; celui du Blavet, un modelé parvenu à demi-maturité ; celui de l'Aulne, dans sa partie méridionale, un modelé parvenu à maturité complète. Ainsi l'on constate une articulation hydrographique croissante, et

1. EMM. DE MARTONNE, art. cité, p. 232.

2. Clairsemée par rapport à la densité élevée que l'on constate d'ordinaire en Bretagne : il y a encore 57 hab. au kilomètre carré à la Feuillée (dans le massif granitique du Iluelgoat ; voir *Annales de Géographie*, XIV, 1905, p. 49), et plus de 62 sur le versant Sud de la Montagne Noire, en y comprenant, il est vrai, les vallons de Trégourez et de Gourin. Voir ci-dessous, p. 227.

3. Ce dernier étang au Sud-Est de Goarec.

par suite une dissection croissante de la pénéplaine, d'Ouest en Est et du Sud au Nord, par rapport à la ligne de la Montagne Noire : le Bassin du Blavet (surtout au Sud de Quénécan) et le bassin méridional de l'Aulne sont mieux modelés que les petits bassins de Cornouaille (Odet, Aven, Isole, Ellé).

L'explication du modelé peu avancé de la Cornouaille, au Sud de la Montagne Noire, et par suite les causes de la conservation à peu près complète de la crête Sud de la Montagne se laissent voir avec assez de facilité. Elles consistent essentiellement dans l'éparpillement et dans la faiblesse du réseau hydrographique, que détermine le voisinage de la mer¹ : la côte court presque parallèlement à la direction de la Montagne, à une distance qui ne dépasse pas 40 km. On peut même soutenir que le mouvement positif qui a donné naissance aux rias du Sud, loin de rajeunir et de raviver l'érosion dans les petits bassins de Cornouaille, l'a affaiblie et ralentie. En effet, s'il est exact que le rapprochement du niveau de base marin a tendu le profil des rivières, il n'est pas moins exact, d'autre part, que ce rapprochement a fragmenté le réseau hydrographique et supprimé la plupart des articulations². Les petites rivières de Cornouaille sont réduites à un réseau des plus simples. Leurs efforts de déblaiement ne peuvent se totaliser. Leur énergie n'est pas ou n'est plus comparable à celle des réseaux articulés comme l'Aulne et le Blavet. C'est par des considérations de cet ordre que l'on peut expliquer la conservation du Menez Hom. Placé entre la baie de Douarnenez et la partie marine de l'Aulne, le Menez Hom n'est raviné par aucun courant important. Les agents du modelé fluvial n'existent pas pour lui. Il ne connaît que l'usure, assurément plus lente, du vent et du ruissellement des pluies.

Il est incontestable que, pour qui admet cette interprétation des effets du voisinage de la mer et du mouvement positif en Cornouaille, le réseau méridional de l'Aulne pose de nouveaux problèmes, difficiles à résoudre. En effet, ce réseau contraste vivement, par sa maturité, dont nous avons analysé les indices, avec les petits réseaux de Cornouaille. Les effets du mouvement positif n'auraient donc pas été les mêmes pour lui. D'autre part, la partie septentrionale du réseau de l'Aulne renferme des régions au modelé inachevé, qui rappellent le pays des affluents supérieurs du Blavet, au-dessus de Quénécan. Peut-être l'étude de ces réseaux amènera-t-elle une modification dans l'interprétation que nous donnons ici du réseau du versant Sud. Quoiqu'il en soit de ces déductions, trop peu étayées jusqu'ici pour ne pas nécessiter de nouvelles recherches, il est constant que la conservation de la Montagne Noire et des galets roulés de Cornouaille

1. EMM. DE MARTONNE, art. cité, p. 232.

2. Ce qui a détruit les nombreux niveaux de base secondaires, qui, à chaque bifurcation fluviale, réveillent en amont l'énergie de l'érosion.

est attribuable, avant tout, au voisinage de la mer et même au rapprochement du niveau de base marin par suite du mouvement positif, car ce rapprochement a eu pour conséquence l'éparpillement du réseau hydrographique et l'impuissance relative des agents du modelé fluvial. Conséquence curieuse : les effets du climat maritime et du ruissellement plus intense dans la partie Ouest de la Montagne Noire se sont trouvés neutralisés ; le déblaiement, effet du ruissellement, a été plus actif dans la partie Est (Quénécan et bassin de Pontivy), où pourtant il pleut sensiblement moins.

Dans ce pays de roches argilo-schisteuses aux pentes rapides, soumis à des pluies soudaines, violentes et courtes, les eaux ruissellent et ne s'infiltrent pas. Là où elles se concentrent dans des cuvettes à peu près fermées, elles imbibent le sol et créent le marécage (Cudel, Yeun Don) ; partout ailleurs, elles se précipitent sur les pentes. Il n'y a que des nappes phréatiques très irrégulières¹, qui donnent des sources de surface, gonflées à la première pluie et vite tarées en cas de sécheresse. A Motreff (200 m. d'altitude), « l'eau fait plutôt défaut, écrit l'instituteur ; il n'est pas rare de voir les sources tarées en été ; les fermiers sont obligés de faire 1 ou 2 km. pour se procurer de l'eau »². Comme toujours dans les pays de sources de surface, la dispersion des points d'eau est très grande, et, si inégal que soit le débit des sources, leur grand nombre favorise la dispersion des habitations.

Malgré une diminution graduelle des pluies vers l'Est, le climat n'introduit pas dans la Montagne Noire des éléments très sensibles de différenciation, car la zone où se font sentir les extrêmes est trop peu étendue : tout étirée en longueur (W-E), sa largeur est très faible³.

D'après l'étude qui précède, les bases physiques essentielles pour la géographie humaine en Montagne Noire sont les suivantes :

1° Au Nord, le degré d'avancement du réseau fluvial a amené la dissection du relief, l'ouverture de nombreuses vallées, et elle a facilité, jusqu'au cœur de la vallée médiane, les progrès de la colonisation. Les fortes pentes et la décomposition des schistes ont favorisé l'établissement et l'extension de la forêt. Les gisements ardoisiers affleurent sur les tranches schisteuses, nivelées par l'érosion ;

2° Au Sud, la continuité de la crête des grès, l'inachèvement du réseau fluvial, l'imperfection des vallées à peine ébauchées et l'exten-

1. Pour la définition des nappes superficielles ou phréatiques, voir : EMM. DE MARTONNE, *Traité de Géographie physique*, Paris, 1909, p. 343.

2. « Vallées... admettait que dans les terrains... où il n'y a pas d'autre imbibition que celle qui s'effectue à travers la terre cultivable de la surface, on ne doit pas compter que l'absorption soit plus grande que $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ au plus de la pluie. » (E. RISLER, *Géologie agricole*, 2^e éd., Paris, 1898, I, p. 17-18.)

3. Le seul élément de différenciation un peu sensible est donné par l'élevage du mouton, qui prospère aujourd'hui beaucoup plus dans la région de Carbaix, relativement sèche, que dans l'Ouest, constamment humide.

sion de la plate-forme de cailloux roulés opposent de plus grands obstacles aux établissements humains, sauf dans la dépression de Gourin, où se retrouvent les caractères du versant Nord.

Ces remarques générales justifient la division de l'étude de la géographie humaine en deux parties, consacrées, la première à la crête et au versant Nord, la seconde à la crête et au versant Sud.

II. — CRÊTE ET VERSANT NORD. LES BOIS, LES CULTURES, LES ARDOISIÈRES.

A partir de 130 à 160 m. d'altitude, sur les pentes, sur les buttes d'où émergent seulement les rocs de quartzite, et jusqu'au fond des gorges, c'est-à-dire jusqu'à leurs points d'origine dans la vallée médiane, la forêt déroule ses masses profondes. Bien qu'elle ne soit ni continue ni très étendue, de l'extrémité Ouest des Bois de Laz à la pointe Est des Bois de Toulaëron, elle mérite en première ligne d'attirer l'attention. C'est elle qui retient les eaux de la nappe phréatique et donne, en toute saison, aux vallons du versant Nord, jusqu'à l'Aulne, bien au delà des limites forestières, l'humidité et l'aspect frais et verdoyant que n'ont pas au même degré les vallons de Roudouallec et de Gourin. C'est peut-être à elle que Saint-Goazec doit en partie le climat égal et abrité des vents qui fait de ce coin de Cornouaille un pays de végétation précoce¹. Et cette influence semble appelée à se perpétuer. Sur le versant Nord, l'homme respecte la forêt; bien plus, la surface globale des bois tend à s'accroître d'une manière très sensible. Il y a près d'un siècle, les matrices cadastrales² enregistrèrent, de Laz à Motreff, 1 150 ha. de bois; on en compte aujourd'hui 1 944³, soit 69 p. 100 d'augmentation, et ces dernières évaluations sont plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité⁴. Cependant, la forêt est sujette à d'autres modifications que l'accroissement pur et simple. Elle s'adapte et s'ajuste de plus en plus à l'aménagement du sol par l'homme, soit en se déplaçant, soit en changeant de caractère.

La forêt abandonne les fonds à peu près plans, faciles à défricher, et gagne du terrain sur les landes, sur les pentes raides des buttes schisteuses, autrefois livrées à la transhumance du mouton. Ses touffes montent peu à peu vers les sommets de la Montagne et ensevelissent les rochers dans la masse verdoyante. Il y a douze ans, en juin 1897, nous avons vu, des sommets encore dénudés de Laz, la superbe coulée

1. « Le climat de cette partie de la vallée de l'Aulne est vraiment exceptionnel. Malgré l'exposition Nord, la végétation est remarquablement plus précoce que dans les environs. » (Monographie communale rédigée pour l'Exposition de 1900.)

2. Le cadastre a été fait dans cette région entre 1820 et 1840.

3. Documents de la Statistique agricole de 1908.

4. Par exemple, lorsqu'une lande se transforme en bois, c'est une cote foncière qui grossit; il faut se rappeler que les statistiques agricoles sont rédigées avec le concours des principaux contribuables, et parfois uniquement par eux.

de l'Aulne dans le bassin de Châteaulin; aujourd'hui, ces sommets sont enclos de barrières en fils de fer, pour protéger les jeunes pousses, et, sans les vents qui ont retardé ou fait avorter les plants d'Érable, de Châtaignier et de Bouleau, les crêtes seraient masquées. A Saint-Goazec, la comparaison de la Carte de Cassini et des cartes actuelles donne une idée nette du déplacement de la forêt. La Carte de Cassini montre la vallée médiane envahie par les Bois de Laz, au Sud de Toul-ar-c'has, de Kéraléform et de Royal; elle montre aussi le Coat Quéinnec, qui les prolonge au delà de Royal, se joignant aux bois de la crête Sud (Castel Rufel). Or, aujourd'hui, la vallée médiane, dans cette région, est déboisée et défrichée tout entière.

La forêt change aussi de caractère. L'ancienne forêt était toute en Chênes, en Hêtres et en Bouleaux; on peut en voir encore de beaux débris dans les parties anciennes des Bois de Laz et du Coat Quéinnec, avec leurs futaies que l'on coupe tous les 40 ou 50 ans, et leurs taillis aménagés à 9 ou 18 ans. Mais, à mesure que les bois quittent les terres profondes pour les terres rocailleuses, les anciennes essences diminuent: le Hêtre, en particulier, se fait rare; les nouveaux bois réussissent surtout quand ils sont plantés de Pin sylvestre et de Pin maritime; il y a même de grandes propriétés où l'on tente des plantations comme celles des Sapins de Douglas et de Weymouth. C'est la parure désignée des parties rocheuses de la Montagne. C'est aussi ce qui s'utilise le mieux. Les bois d'autrefois n'étaient employés que pour la consommation locale, et en particulier pour la fabrication des sabots et du charbon; les produits des pineraies, à présent, fournissent matière à la lucrative exportation des poteaux de mines pour l'Angleterre; on pourrait même, avec eux, comme dans les Landes et en Sologne, fabriquer l'essence de térébenthine, en employant les procédés du gemmage.

Il y a des relations de causalité mutuelle, en Montagne Noire, entre l'extension des bois et celle des grandes propriétés. Les bois anciens ont dû servir de point d'appui à la grande propriété, en entravant, par exemple, le dépeçement des biens nationaux; et, en retour, depuis une cinquantaine d'années au moins, les grands propriétaires ont favorisé l'extension de la forêt aux dépens de la lande. Toutes les grandes plantations nouvelles ont été faites par eux. Aussi ont-elles progressé surtout à l'Ouest, à Laz et à Saint-Goazec, pays de seigneurie territoriale; en 1907, à Laz, 1 616 ha., sur les 3 428 du territoire total, appartenaient à deux personnes¹; les neuf dixièmes du territoire de Saint-Goazec appartiennent à trois personnes. La forêt s'étend moins sur Spézet et sur Saint-Hernin, parce que la propriété y est plus divisée; encore faut-il noter que ce sont de grands domaines,

1. D'après le rôle des contributions foncières.

fractionnés entre plusieurs circonscriptions administratives ¹, qui servent de points d'appui aux Bois de Bellevue, de Toulauéron et du Couadou ².

Tandis que les seigneurs terriens attaquent la lande, soit en défrichant, soit en plantant des bois, les paysans l'attaquent, de leur côté, par le défrichement seul. Aussi la lande, étranglée entre la forêt et la culture, tend à disparaître sur tout le versant Nord. Entre Saint-Goazec et Motreff, de la Montagne à l'Aulne, sur 14 662 ha., la lande en comprenait 5 203 au moment du cadastre; elle n'en comprend plus que 2 421 ³; elle a diminué de 53 p. 100.

La grande rapidité du défrichement a dépendu de plusieurs causes. D'abord, la lande bretonne est aussi bien une tourbière et un marais qu'une lande : les eaux stagnantes sur fond argileux rebutent la colonisation tout autant que l'aridité des terres rocailleuses. Or, sur ce versant Nord, au modelé très avancé, les marais sont rares; les eaux s'écoulent régulièrement : le drainage se fait tout seul. — Ensuite, si les terres sont pauvres en chaux et en acide phosphorique, il est facile d'amener de quoi les amender : la grande voie des engrais et de l'amélioration des terres a été le canal de Nantes à Brest, qui apporte aux quais de Châteauneuf, d'Hirgars (Saint-Goazec) et de Spézet, non seulement les phosphates, mais les amendements marins, comme les sables de mer du Minou, convoyés par les bateliers de Port-Launay. La présence de cette voie commode explique que les paysans de la Montagne Noire aient négligé le calcaire du filon de diorite signalé par M^r Ch. Barrois sur 50 km. de long, au Nord de la Montagne ⁴. — Enfin, le besoin de défricher et d'engraisser la terre s'est fait sentir lorsqu'il a fallu au bétail une nourriture plus drue, c'est-à-dire lorsque, à l'élevage des anciennes races de bétail, pauvres en chair, peu exigeantes et nourries uniquement avec la lande sauvage, comme la petite vache bretonne, a tendu à se substituer l'élevage de races développées en vue de la production de la viande, comme le croisement Ayr et surtout le Durham.

Ces influences réciproques se voient nettement par le contraste qui existe entre Spézet et Saint-Hernin : à Spézet, où la race bovine bretonne remplit encore les étables, les landes couvrent plus du septième du territoire communal ⁵; à Saint-Hernin, pays de croisement

1. Communes de Spézet, Saint-Hernin et Gourin.

2. En pareil cas, les goûts individuels interviennent d'une façon décisive pour orienter dans un sens déterminé l'économie d'un pays. Ainsi la commune de Motreff, dont les quatre cinquièmes appartiennent à une seule personne, est encore tout entière déboisée comme au temps du cadastre.

3. Statistique agricole de 1908.

4. CH. BARROIS, *Carte géologique détaillée de la France*, feuille n° 73 (*Châteaulin*), Notice. Cette diorite contient 7,5 p. 100 de chaux, d'après FOCQUÉ et M. LÉVY E. RISLER, ouvr. cité, I, p. 45).

5. 970 ha. sur 6 064.

Durham, dans le rayon d'élevage de Carhaix, elles sont réduites à un treizième¹. Ici, les plantes fourragères comme les betteraves ont pris la place de la lande. Une sorte de suralimentation du bétail au moyen de légumes cuits mêlés de son, de froment, de seigle et de blé noir, permet aux paysans de Saint-Hernin et de Motreff de vendre leur bétail, sur pied, de 0 fr. 70 à 0 fr. 90 le kilogramme, sur le marché de Carhaix. Ainsi tend à se réaliser la prédiction de E. Risler : « Le Centre-Bretagne pourra devenir un jour une des plus riches contrées pastorales de l'Europe »². Il est visible que, sur le versant Nord de la Montagne Noire, ce progrès est dû à une adaptation intelligente aux conditions naturelles, que permet la facilité relative des communications, due elle-même à la présence de l'Aulne et à son réseau de vallées bien drainées.

L'évolution est moins sensible dans la culture que dans l'élevage. E. Risler condamnait, dans le Centre-Bretagne, la pratique de l'assolement triennal, avec deux et même trois céréales de suite (sarrasin, seigle, avoine)³. Or, aujourd'hui, cette pratique subsiste toujours : elle est à peine corrigée par l'assolement quadriennal avec la quatrième année en légumes ou plantes-racines (Saint-Goazec, Saint-Hernin, Motreff) ou la quatrième année en jachère. Peu de cultures de froment, sauf dans la partie orientale (Saint-Hernin et Motreff). Toutefois, il convient de remarquer la disparition à peu près complète, sur tout le versant Nord, de ce que Gasparin appelait le « système celtique » de culture : l'écobuage⁴ ; il n'en est pas de même, comme nous le verrons, sur le versant Sud. C'est dans la partie orientale de la région de la Montagne Noire, Saint-Hernin, Motreff et Tréogan, que l'évolution agricole présente les caractères les plus satisfaisants : les irrigations, dans les prairies de Motreff, sont beaucoup mieux comprises qu'elles ne le sont d'ordinaire en Bretagne ; Motreff et Saint-Hernin ont appris à se passer du sable de mer et à employer en grand les phosphates.

Un indice extérieur de ce développement, et le plus certain peut-être que l'on puisse trouver, est donné par l'accroissement des salaires agricoles. Cet accroissement est un fait général en Bretagne ; mais il n'a été nulle part plus rapide qu'au Nord de la Montagne Noire, où l'on constate, à Motreff, le doublement des salaires à l'année, depuis 15 ans, pour les garçons de ferme (260 à 300 fr., au lieu de 100 à 120)⁵, et, à Saint-Hernin, une augmentation de 50 p. 100 depuis dix ans⁶.

1. 215 lia. sur 2929.

2. E. RISLER, *ouvr. cité*, I, p. 145.

3. *Ibid.*, p. 146.

4. *Ibid.*, p. 38.

5. Communication de M^r RANNOU, instituteur à Motreff.

6. Communication de M^r PILLE, instituteur à Saint-Hernin.

L'augmentation a été moins rapide à Saint-Goazec, à Spézet et surtout à Laz ; mais elle est sensible partout. Et cet accroissement est d'autant plus remarquable que la population s'est très rapidement accrue depuis un demi-siècle et s'accroît toujours. Il y avait, en 1850, 7854 hab. sur Laz, Saint-Goazec, Spézet, Saint-Hernin, Motreff et Tréogan ; ce chiffre a monté à 10910 en 1906, soit une augmentation de 39 p. 100. Cette augmentation porte tout entière sur le versant Nord : car la commune à cheval sur les deux versants, Laz, est demeurée presque stationnaire (1404 hab. en 1850, 1412 en 1906)¹. C'est que de la Montagne et du versant Sud, comme nous le verrons², on émigre beaucoup ; du bassin de l'Aulne, on émigre beaucoup moins.

Aux ressources du sol viennent s'ajouter les ressources du sous-sol. Ce sont les ardoisières, qui étaient peu et mal exploitées avant 1850, entre Saint-Goazec et Motreff³, et qui sont aujourd'hui en plein rendement : quelques-unes même s'épuisent déjà. Elles sont toutes disposées d'Ouest en Est, dans l'étage géologique des Schistes de Châteaulin. Elles se divisent en deux groupes : celui de Saint-Goazec (Le Ricq, Kermorvan, Guernagoc) et celui de Motreff (Moulin-Neuf et Lanesval). La comparaison de ces deux groupes oppose, d'une manière assez curieuse, l'exploitation primitive du premier à l'exploitation industrielle du second. Les ardoisières de Saint-Goazec sont de vastes carrières à ciel ouvert, où travaillent paresseusement quelques treuils à vapeur ou hydrauliques ; nulle trace de fièvre industrielle ; le pic de l'« extracteur »⁴ renvoie du fond des carrières, à longs intervalles, ses échos irréguliers. Au contraire, l'ardoisière du Moulin-Neuf, à Motreff, met, dans l'agreste Montagne Noire, une note de paysage industriel : toute l'exploitation est souterraine ; elle se fait, à 105 m. de profondeur, sur une longueur de 878 m. et sur une largeur de 12 ; mais l'installation de surface des puits, des pompes d'épuisement⁵ et de l'usine hydro-électrique qui fournit la lumière et la force, ainsi que les tas de débris d'ardoises, donnent une idée de l'importance de l'exploitation : 7 millions d'ardoises sortent annuellement du Moulin-Neuf, chargées sur 500 ou 600 wagons, et sont expédiées dans la Haute Bretagne et dans la Basse Normandie⁶.

Tout ce développement économique est singulièrement en avance

1. En mettant Laz de côté, l'augmentation est de 47 p. 100 pour le versant Nord.

2. Voir ci-dessous, p. 228.

3. E. DE FOURCY, *ouvr. cité*, p. 119, 181.

4. Les ouvriers « extracteurs » ou « mineurs » détachent les blocs d'ardoises ; les ouvriers « fendeurs » les taillent.

5. Les venues d'eaux varient de 5 000 à 9 000 l. à l'heure. (Communication de M^r TOLLANCOAT, directeur de l'ardoisière.)

6. Cette ardoisière a été établie en 1892, lors de la construction du chemin de fer de Rosporden à Carhaix.

sur le développement de l'hygiène et du bien-être, et même sur la morale sociale à laquelle obéissent les vieilles sociétés policées. Quiconque se contenterait de parcourir ce coin de Basse Bretagne, en s'en tenant aux impressions extérieures, se ferait une idée très fautive des ressources véritables du pays. Cette vieille terre est encore, au point de vue humain, un pays neuf. Il faut se rappeler que, il y a deux cents ans, elle était couverte de landes, où végétait misérablement une population éparpillée, clairsemée et privée de routes¹. Au temps du cadastre encore, il n'y avait que 1 076 maisons des Bois de Toulaoëron à l'Aulne, entre Saint-Goazec et Motreff; il y en a aujourd'hui 1441. Et l'on peut avoir une idée de ce qu'on appelait maisons, il y a cent ans, par les vieilles bâtisses du bourg de Spézet et par d'autres éparses sur la grande route de Gourin à Carhaix, près de Motreff : des murs de moellons schisteux, plats et minces, non cimentés, sans pierres d'angles; des lucarnes pour fenêtres, des entrées d'étables pour portes; des escaliers extérieurs en dalles; des couvertures en ardoise grossière; des intérieurs sombres et enfumés, avec planchers en terre battue, à peu près aussi sales et aussi fangeux que le fumier qui entoure l'habitation. Tout cela existe encore à côté des demeures où le bien-être commence à poindre. Tout cela existe même chez des gens qui sont loin d'être dépourvus de ressources, et qui connaissent l'or, les livrets de caisse d'épargne et jusqu'aux valeurs de Bourse.

Cependant, ces traces de la misère ancienne sont loin d'être répandues également sur toute la surface du pays. Elles se concentrent et se localisent presque sur Spézet. Tandis que, à l'Ouest de cette localité, sur Saint-Goazec et même sur Laz, les ardoisières, la proximité de l'Aulne et l'initiative de quelques grands propriétaires ont diminué la misère, et que, à l'Est, sur Saint-Hernin et sur Motreff, l'élevage du Durham, les bonnes cultures et les ardoisières ont produit le même résultat, — Spézet, privé de ces ressources particulières, demeure encore en partie un flot de brutalité, de misère et d'ignorance. Spézet a été un pays d'émeutes. La révolte du papier timbré de 1675 s'est étendue sur toute la vallée de l'Aulne et en particulier de Spézet à Saint-Hernin et à Carhaix²; mais, au siècle suivant, c'est à Spézet seulement que l'on relève des troubles dans ce pays ordinairement paisible : révolte contre un seigneur terrien, en 1764; soulèvement contre la dime et la corvée et pour l'égalité des impôts, dès le

1. En 1733, d'après le mémoire de l'intendant de LA TOUR, 3320 arpents cultivés contre 3390 incultes dans la subdélégation de Châteauneuf-du-Faou; 3830 cultivés contre 8300 incultes dans celle de Gourin. (H. SÉE, *Les classes rurales en Bretagne du XVI^e siècle à la Révolution*, Paris, 1906, p. 373.)

2. J. LEMOINE, *La Révolte du Papier Timbré ou des bonnets rouges en Bretagne en 1675* (*Annales de Bretagne*, XII, 1896-1897, p. 317-359, 523-550; XIII, 1897-1898, p. 180-259, 347-409, 524-559; XIV, 1898-1899, p. 109-140, 189-223, 438-471).

11 août 1789¹. Cela prouve que la misère était sentie plus vivement qu'ailleurs dans ce coin de la vallée de l'Aulne.

Il suffit de visiter le bourg de Spézet pour se convaincre qu'il y a là un coin de vieille Bretagne, enchâssé dans une Bretagne nouvelle, où l'existence est plus douce. Avec ses vieilles bicoques en dalles schisteuses aux trois quarts disjointes, Spézet sent la misère, et, comparés avec cette localité, les bourgs de Saint-Hernin, de Châteauneuf et de Saint-Goazec, qui montrent des maisons aux façades blanches et aux ouvertures régulières, donnent l'idée de la prospérité, ou tout au moins de l'aisance.

III. — CRÊTE ET VERSANT SUD. LES LANDES ET LES CULTURES.

Des hauteurs de Castel Rufel (au Nord de Roudouallec, 290 m.), en faisant face au Sud, l'impression du premier coup d'œil peut se résumer en deux mots : monotonie et solitude. Tandis que, au Nord, le paysage était agreste, verdoyant et accidenté de rochers aux formes dentelées, le paysage du Sud ne comporte que des lignes simples et des couleurs ternes. D'Ouest en Est sont rangées, presque suivant une droite, les longues croupes des Menez, lande continue dont quelques bois de pins rompent à peine l'uniformité; au Sud-Est, la dépression de Gourin, simplement « excavée par l'érosion au contact de roches de résistance inégale »², montre des vallonnements assez accentués, qui rappellent ceux du bassin de Châteaulin, moins les affleurements de roches et la profonde rigole de l'Aulne; au Sud-Ouest, la région des sources de l'Odet, vers Trégourez, présente des caractères du même ordre, mais plus effacés encore; enfin, au Sud, au delà d'une sorte de val faiblement marqué par l'érosion, à la base même des Menez, le terrain se relève dans le plateau de Roudouallec, de Guisriff et de Coray, dénudé, déboisé, tout en landes et en marais, à perte de vue, avec de rares groupements de fermes, rares surtout si on les compare au nombre des maisons isolées et des groupes épars dans les vallons de Gourin et de Trégourez.

Tandis que, au Nord, c'était la forêt, ici c'est la lande qui domine toutes les formes culturelles. Elle occupe toutes les régions de sources : c'est donc elle qui distribue les eaux aux cultures. Elle le ferait d'une manière plus irrégulière que la forêt, si la faiblesse relative des pentes du versant Sud et l'espèce de tamisage opéré par les marais d'origine, notamment sur l'Aven et sur l'Isole, ne corrigeaient les effets naturels de la dénudation des versants. De plus, la lande n'est pas une forme simple. Elle s'aménage de diverses manières et s'assouplit aux exi-

1. Papiers du recteur CAUSEUR (Archives départementales du Finistère, G. 765-768.)

2. EMM. DE MARTONNE, art. cité, p. 232.

gences de la vie humaine. Cette adaptation de la lande existe dans toute la Basse Bretagne; mais, nulle part, elle n'est si marquée que dans les régions particulièrement déshéritées, comme la crête Sud de la Montagne Noire et le plateau Roudouallec-Guiseriff-Coray.

E. Risler distingue deux espèces de lande sauvage qui dérivent selon lui, de la nature du sol : « Sur les terres les plus profondes et les plus perméables, dit-il, on trouve la *grande lande*, c'est-à-dire la fougère, le genêt à balais (*Genista scoparia*) et l'ajonc épineux (*Ulex aculeata*). Sur les couches minces d'arène siliceuse qui couvrent les granites, les gneiss et les quartzites siluriens, on trouve, au contraire, la *petite lande*, caractérisée par le petit ajonc, diverses sortes de bruyères (la grande bruyère ou *brande*, la bruyère commune, etc.), des gentianes, des polygalas, quelques graminées, des carex, etc. »¹. Nos observations sur la crête de Castel Rufel ne confirment pas cette distinction. Les grès de Castel Rufel sont recouverts d'une arène siliceuse extrêmement mince (0^m,30 à 0^m,40), comme on peut s'en convaincre en examinant la tranchée d'une carrière de pavés ouverte sur le versant Nord. Or, au-dessus de la carrière, nous avons traversé une lande touffue, de 1 m. de hauteur, où ni le Genêt à balai ni l'Ajonc épineux ne manquaient; les Fougères seules étaient très clairsemées. Comme la lande est souvent coupée pour les besoins de l'élevage, il y a lieu de se méfier des apparences de lande rase que présentent les Menez de l'Arrée et de la Montagne Noire. Il est rare qu'on y laisse la végétation naturelle se développer librement. Si les paysans ne l'exploitaient pas, soit comme litière, soit comme nourriture pour les bestiaux, soit même comme bois de feu, la « grande lande » de E. Risler couvrirait uniformément tout le pays de sa brousse, jusqu'aux crêtes gréseuses les plus pauvres en terre végétale. Ce qui est plus exact que la classification de E. Risler, c'est que, comme il le dit lui-même, les bas-fonds sont plus pauvres en plantes de lande que les pentes et les crêtes, car, dans les bas-fonds, on ne trouve guère que la bruyère des marais².

Pour le paysan bas-breton, la « lande » par excellence, c'est l'Ajonc, qui est la plante de lande la plus utilisable. A Gourin, on donne le nom de « gouzil » à un mélange de Bruyère et d'Ajonc, qui se vend de 20 à 30 fr. la charretée. Aussi la « lande », ou Ajonc, se sème et s'exploite régulièrement sur les pentes montagneuses de Laz à Gourin, par Roudouallec. Un champ d'Ajones cultivé dure douze à quinze ans. L'Ajonc forme, sur le versant Sud, la base de la nourriture du bétail, comme la Betterave et les plantes-racines sur le versant Nord, dans les fonds de l'Aulne. L'Ajonc est pilé et haché dans une sorte d'auge

1. E. RISLER, ouvr. cité, I, p. 86.

2. *Ibid.*, même page.

en pierre, au moyen d'un maillet de bois cerclé de fer. Les hacheuses mécaniques à cylindres et à couteaux sont encore peu répandues, à la différence d'autres pays à lande, tels que Brasparts, en Montagne d'Arrée¹.

Le caractère arriéré des formes culturales sur le versant Sud se montre encore par la persistance de l'écobuage. Ce système primitif d'utilisation du sol, où l'on brûle les herbes de la lande pour en tirer, une fois tous les cinq ou six ans, une maigre récolte de seigle, a complètement disparu, comme il a été dit, au Nord de la Montagne Noire, tandis qu'il se pratique encore au Sud, sur de vastes étendues (landes de Guisriff, montagne de Kergus). Comme le travail de l'écobuage se fait en commun, sa persistance, nécessitée par la pauvreté du sol, contribue à expliquer, commenus le verrons, certains caractères spéciaux des groupements humains entre Guisriff, Roudouallec et Coray.

Plus moderne et appelée à plus d'avenir, l'utilisation de la lande par son aménagement, au moins partiel, en bois de pins fait moins de progrès sur le versant Sud que sur le versant Nord. La maigreur et le peu d'extension du sol forestier, au Sud, s'expliquent par la nature du sol. Les coteaux de grès et les plaines de cailloux roulés n'admettent guère que le Pin sylvestre ; par suite, le sol forestier ne comporte pas, au Sud, la variété d'essences qui est une des parures du versant Nord de la Montagne. Puis un facteur humain essentiel fait défaut : c'est la grande propriété, absente du versant Sud, sauf au Nord et à l'Est de Gourin, où elle a conservé la Forêt de Conveau. Trégourez, Leuhan, Roudouallec sont des pays de petite propriété et d'exploitation directe, et le paysan breton, comme tous les paysans, n'aime pas à reboiser. Toutefois, l'ouverture de nouvelles routes a déterminé, entre Laz et Roudouallec, quelques plantations. Elles sont très récentes. Comme elles sont encloses, à la manière des champs, entre de hauts talus (« fossés »), pour éviter les ravages du bétail, on les prendrait aisément, de loin, pour des défrichements nouveaux en céréales ou en plantes-racines.

Il y a un demi-siècle encore, presque tout, dans l'économie rurale du pays, dérivait de la lande. Tel était le cas de l'élevage chevalin, qui se bornait au célèbre « bidet de Briec »², race essentiellement autochtone, nourrie, élevée au grand air, d'une endurance exceptionnelle, et dont « l'allure *amble* était très appréciée aux temps où le mauvais état des routes rendait les voyages à cheval plus fréquents que de nos jours »³. Les progrès de l'élevage de cette race, au Sud de

1. C. VALLAUX, *La nature & l'Homme en montagne d'Arrée. Brasparts et Saint-Rivoal* (Bull. Soc. archéol. du Finistère, XXXV, 1908, p. 415 et suiv.).

2. Voir : H. DE ROBIEN, *Le Norfolk breton, au pays de Cornouailles*, Paris, 1907, p. 27 et suiv.

3. E. RISLER, *ouv. cit.*, I, p. 96.

la Montagne Noire, étaient en rapport avec l'établissement de l'ancien haras particulier des Salles de Rohan, dans la Forêt de Quénécan (extrémité orientale de la Montagne); ensuite vint, en 1807, le haras de Langonnet, fondé par Napoléon 1^{er}, où furent nombreuses les courses pour les bidets de Brie (notamment de 1840 à 1850), jusqu'à son transfert à Hennebont, en 1858¹. Aujourd'hui, le bidet de Brie a été vaincu par le Norfolk anglais; le vieux cheval breton a pratiquement cessé d'exister; il n'en reste plus que quelques représentants. A sa place, on élève le postier de sang, dont le centre d'élevage est à Scaër; ce qui revient à dire que l'élevage chevalin s'est étendu des régions de landes vers la Cornouaille méridionale. Cependant, l'élevage au grand air persiste dans cette région, ce qui conserve aux espaces décloés de la Montagne Noire et du plateau de Guiscriff-Coray leur population chevaline; mais la race dominante est aujourd'hui le Norfolk breton, dont Scaër possède un type particulier d'étalons.

Pendant que la race chevaline se transformait ainsi, l'élevage de la race bovine demeurait à peu près dans le même état qu'autrefois, à la différence du versant Nord de la montagne; en outre, la persistance des landes maintenait le mouton, surtout aux environs de Gourin. La commune de Gourin comprend encore un millier de moutons², ce qui est beaucoup par rapport à la diminution rapide des ovins en Bretagne et à leur disparition presque complète dans certaines régions. Ainsi la Montagne Noire forme limite au point de vue des transformations et de la modernisation de l'élevage: au Nord, pays à bœufs; au Sud, pays à chevaux.

Il n'y a aucune différence de cet ordre dans la culture des céréales, et ce qui a été dit plus haut de la rotation triennale au Nord de la Montagne Noire peut s'appliquer aux pratiques suivies au Sud, au moins dans les régions à peu près modelées et drainées, comme les bassins de Gourin et de Trégourez.

Enfin, on peut suivre jusqu'à l'exploitation des ardoisières la comparaison entre les deux versants. Les ardoisières de la crête Sud, dans le niveau silurien des schistes d'Angers, sont relativement peu nombreuses et peu productives (Kerrouec, Guernanic); elles ne sont pas comparables, par l'utilisation économique, aux ardoisières du versant Nord.

IV. — LA RÉPARTITION ET LA DENSITÉ DE LA POPULATION.

Dans l'ensemble, les régions du versant Sud disposent de ressources plus étroites et plus bornées que celles du versant Nord.

1. A. GAST, *Essai sur la Bretagne hippique*, Paris et Saint-Brieuc, 1907, p. 11.

2. Exactement 950 (Statistique agricole de 1908).

Aussi la répartition des groupements humains s'y montre-t-elle assez inégale, et cette inégalité permet d'établir, entre l'homme et le modelé du sol, des relations intéressantes.

Au Nord de la Montagne Noire, dans le bassin de Châteaulin, les habitations sont extrêmement dispersées, soit par maisons isolées, soit par petits groupes de fermes. Nous avons relevé, dans la commune de Laz, 52 épars de 1 à 3 maisons, 18 épars de 4 à 10 maisons, et seulement 3 villages de plus de 10 maisons, y compris le bourg¹. Saint-Goazec nous donne 41 épars de 1 à 3 maisons, 19 de 4 à 10 maisons, 6 de plus de 10 maisons, bourg compris. Saint-Hernin ne compte pas moins de 105 épars de la première catégorie, 8 seulement de la seconde et 8 de la troisième. Malgré cette extrême dispersion, les maisons et les groupes ne sont pas jetés au hasard. On discerne assez bien les règles suivantes :

1° Les plates-formes à peu près horizontales sont presque inhabitées (Ouest de Châteauneuf-du-Faou, mamelons entre Saint-Goazec, Châteauneuf et Spézet).

2° Les maisons et les villages se groupent dans les creux d'origine des vallées secondaires, là où remonte l'érosion. Maisons et villages se groupent plutôt sur ces points qu'au fond même des vallées, parce que, aux creux d'origine, on a les avantages de l'eau (le « doué », la source), sans ses inconvénients (humidité du sol imperméable; fièvres intermittentes; prairies spongieuses, envahies par les joncs, inondées en tout temps par les retenues des moulins, ou en hiver seulement par les crues).

Les landes de la Montagne Noire sont à peu près inhabitées. Sur le versant Sud, notre deuxième règle s'applique très bien aux régions de Trégourez et de Gourin.

Quant au plateau Roudouallec-Guiscriff-Coray, il se rattache à notre première règle. Les centres de groupement y sont rares. « Les villages de Scaër, Guiscriff, Roudouallec et Coray délimitent un quadrilatère où les fermes manquent presque complètement². » Ce qui manque, en effet, ici, c'est la ferme isolée. Mais les efforts de colonisation se traduisent par la fondation de villages. En terre infertile et inexploitée, les tentatives de premier établissement nécessitent les groupements et les travaux en commun (écobuage, association des chevaux de plusieurs fermes pour le battage des récoltes). Aussi ce sont toujours plusieurs familles qui s'établissent côte à côte, et plusieurs fermes qui s'élèvent ensemble. En Montagne d'Arrée, ce sont trois fermes qui ont été bâties à la fois dans la lande déserte de Pen-

1. Nous saisissons cette occasion de corriger une erreur qui nous a échappé dans *La Basse-Bretagne. Étude de géographie humaine*, Paris, 1907, p. 129, où nous n'attribuons que 35 épars à la commune de Laz.

2. EMM. DE MARTONNE, art. cité, p. 233.

yun-ar-poul. Il en est de même en Montagne Noire. Un propriétaire foncier du pays de Gourin, quand il voudra défricher une lande, ne parlera jamais de fonder une ferme, mais de fonder un village¹. C'est de cette façon que se peuple, par groupements assez importants et assez éloignés les uns des autres, le pays situé entre Roudouallec et Guisericff.

La densité est au Sud à peu près ce qu'elle est au Nord. En mettant de côté Laz, commune située presque toute sur le plateau de la Montagne et nécessairement très mal peuplée, on obtient au Nord, pour le pays qui va de Saint-Goazec à Tréogan, 62,5 au kilomètre carré; le versant Sud (Trégourez, Leuhan, Roudouallec, Gourin) compte 62,8. Mais, tandis que la population s'accroît vite au Nord, elle s'accroît beaucoup plus lentement au Sud: de 1850 à 1906, comme nous l'avons vu, l'augmentation a été de 47 p. 100 (Laz mis de côté), sur le versant Nord; elle n'a été que de 29 p. 100 sur le versant Sud; la différence est très notable.

Cette différence ne provient pas d'une infériorité dans la natalité ou d'un excès dans la mortalité sur le versant Sud, mais uniquement de l'importance bien supérieure de l'émigration sur ce versant. Roudouallec et ses environs sont, depuis longtemps, un des principaux centres de dispersion de la Basse Bretagne. De Roudouallec sont partis, il y a trente ans, de nombreux colons pour l'Argentine; de Roudouallec aussi est parti un flot d'émigrants pour le Canada, lorsque ce courant, né après 1902, quelque temps arrêté de 1903 à 1905, a repris, à partir de 1906, une force nouvelle. Toutes les régions voisines, Laz, Leuhan, Gourin, fournissent un contingent important à l'émigration, soit temporaire, soit définitive².

Cette activité de l'émigration prouve la pauvreté du pays dans son ensemble. Mais cela ne s'applique pas aux environs de Gourin et de Trégourez, où l'aisance fait à peu près les mêmes progrès que sur le versant Nord. C'est le plateau de Roudouallec-Guisericff-Coray qui est la vraie région déshéritée. Comme Spézet, sur le versant Nord, Roudouallec, sur le versant Sud, forme un îlot de misère; toutefois, le second est plus étendu que le premier; ce n'est pas au bourg même de Roudouallec que le dénûment est visible, mais dans toute la morne plaine qui s'étend en éventail vers le Sud jusqu'à Kergus, Guisericff, Coray et Leuhan.

V. — PROGRÈS DE LA CIRCULATION EN MONTAGNE NOIRE.

La Montagne Noire semble un bien faible obstacle aux relations humaines. Dans un pays de grande civilisation, ses effets de sépara-

1. Communication de M^r FR. STENFORT.

2. Sur l'émigration, voir: C. VALLAUX, *La Basse-Bretagne...*, p. 269-282; — *Id.*, *Le*

tion et d'isolement eussent été de longue date neutralisés. Mais nous sommes en Basse Bretagne, où les influences géographiques ont eu comme résultat essentiel la dispersion des efforts et l'atomisme social et économique¹. Historiquement, la Montagne Noire a été une ligne-frontière non négligeable : elle a formé au Moyen Age la limite méridionale du comté de Poher². Aujourd'hui, la limite du Morbihan et du Finistère court, pendant plus de 10 km., sur le plateau supérieur, de Castel Rufel à la base du Menez Callac ; et, pendant 10 autres kilomètres, les Bois de Conveau et les crêtes qui leur font suite séparent le Morbihan et les Côtes-du-Nord. Le petit territoire de Tréogan (Côtes-du-Nord) forme comme un coin enfoncé entre Motreff (Finistère) et Gourin (Morbihan), et un dicton de Motreff constate que, sur la limite de cette commune, les préfets des trois départements pourraient déjeuner ensemble sans qu'aucun quittât le territoire qu'il administre. Or ce sectionnement administratif ne doit pas être passé sous silence dans l'étude de la géographie humaine. La passivité bretonne se plie sans grand effort aux groupements artificiels ainsi formés. Le paysan processif³ de la Montagne Noire va, tout naturellement, vendre sa vache au chef-lieu de canton où se trouve son juge de paix. Les limites administratives deviennent limites économiques et même sociales. Si Roudouallec et Gourin demeurent un peu à l'écart du mouvement d'élève chevaline du canton de Scaër, c'est que Roudouallec et Gourin sont dans le Morbihan, et que les sociétés d'élevage sont surtout finistériennes. De même, l'élevage du Durham se fait surtout dans les communes du Finistère, parce que le grand marché de Carhaix est finistérien. La zone de la grande propriété forestière, de Laz à Conveau, et le désert des landes gréseuses soulignent encore la séparation économique des gens du Nord et du Sud.

Toutefois, les caractères qui dérivent de cette séparation sont appelés à s'atténuer ou à s'effacer tout à fait, par suite des progrès de la circulation.

Ces progrès sont d'hier. La Montagne a été longtemps pauvre en routes. La Carte de Cassini n'indique que trois anciens chemins dans la zone que nous étudions : 1° à l'Ouest, le chemin de Quimper à Châteauneuf, dont le tracé est à peu près suivi par la route actuelle, avec les rectifications nécessaires ; — 2° au Centre, le chemin de

Nomadisme et l'Émigration en Basse Bretagne (Revue générale des Sciences, XVIII, 30 sept. 1907, p. 734-767).

1. C. VALLAUX, *L'évolution de la vie rurale en Basse-Bretagne (Annales de Géographie, XIV, 1905, p. 36-51)* ; — Id., *La Basse-Bretagne, passim*. — Cette vue a été acceptée, en ce qui regarde l'histoire, par H. SÉE, *ouvr. cité*, p. 405.

2. A. DE LA BORDERIE, *Géographie féodale de la Bretagne*, Paris, 1889, p. 39 et suiv.

3. Ce caractère psychologique nous a été révélé, avec preuves à l'appui, par M^r L. SALAUX, ancien juge de paix à Châteauneuf-du-Faou.

Quimper à Carhaix par Roudouallec; celui-ci suivait la crête de la Montagne ou les bas-fonds de la vallée médiane, sur 9 km., entre Roudouallec et la cote 303, par Bochyquelen; il a été abandonné, sur cette partie de son tracé, depuis vingt-cinq ans, après avoir longtemps servi de chemin vicinal; — 3° la route directe de Gourin à Carhaix par la Montagne. Celle-ci devint, au XVIII^e siècle, la grande route de Carhaix à Hennebont. Mais, comme toutes les grandes routes de cette époque dans le Centre de la Bretagne, elle n'était guère bonne, qu'aux transports à dos de cheval ou à charrette à bœufs; ses pentes sont très fortes en Montagne Noire : 5,72 p. 100 sur le versant Nord et jusqu'à 9,44 p. 100 sur le versant Sud. Aussi la nouvelle route de Carhaix à Gourin, construite au cours du XIX^e siècle, a complètement abandonné son tracé, pour emprunter les pentes bien plus douces de la brèche de Conveau.

Le développement de la vicinalité au XIX^e siècle a couvert toute la région d'un réseau de chemins en voie d'achèvement, qui comptent parmi les meilleurs de Bretagne, à cause de l'excellence des matériaux d'empierrement que l'on trouve à pied d'œuvre. Puis sont venus les chemins de fer à voie de 1 m. : Carhaix-Rosporden (1890-1893), Carhaix-Châteaulin (1900-1906), et c'est surtout en ce qui concerne ces petites lignes, comme l'a démontré M^r Considère, que les influences psychologiques et morales ont des effets bien supérieurs à ceux des économies directes de transport¹.

Il y a un des effets des progrès de la circulation qui se dégage assez nettement, dès aujourd'hui, pour être noté : c'est une tendance vers la concentration économique, chose assez rare en Basse Bretagne. Les anciennes foires et les marchés des centres secondaires sont abandonnés², au profit des petites capitales régionales, telles que Coray, Châteauneuf, Gourin et Carhaix, qui doivent à ce mouvement une sorte de renaissance.

CAMILLE VALLAUX,

Professeur de Géographie à l'École Navale.

1. CONSIDÈRE, *Utilité des chemins de fer d'intérêt local...* (*Annales des Ponts et Chaussées, Mémoires et Documents*, 7^e sér., VII, 1894, p. 104 et suiv.).

2. Les foires de Laz ont même entièrement disparu.

LA TRANSHUMANCE EN ESPAGNE

(CARTES, PL. XIV A et B)

Depuis près de mille ans, la transhumance¹ s'est exercée en Espagne avec une ampleur et dans des conditions telles qu'on ne les retrouve à ce degré nulle part ailleurs dans l'Europe. Du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest, d'immenses troupeaux se déplaçaient hier encore; des Pyrénées à l'Èbre, de la Galice et des Monts Cantabriques à la Manche et à l'Estremadoure, des Monts Ibériques à la Nouvelle Castille, de l'Andalousie à Valence, c'était comme un flux et reflux de laine, une oscillation rythmique des troupeaux. Par groupes de 10 000, suivant des routes spéciales, les moutons allaient, tondant l'herbe à ras, piétinant et tassant la terre. Chaque groupe était divisé en troupeaux secondaires, de 1 000 à 1 200 têtes; un « mayoral » guidait la bande; des « rabadanes », aidés de bergers, poussaient les bêtes; armés de frondes, porteurs de longues houlettes, les pasteurs traversaient, deux fois l'an, la péninsule, avec leurs mules, leurs chaudrons et leurs chiens. De loin, à la poussière soulevée, on eût pu croire une armée en marche, et Don Quichotte s'y trompa, lorsque, dans les plaines de la Manche, voyant venir à lui, par des voies différentes, deux troupeaux de transhumants, il les prit pour les armées formidables du Garamante Pentapolin au bras retroussé et d'Alifanfaron, le souverain de la grande île Taprobane².

Aujourd'hui, le phénomène peu à peu se transforme; en un siècle, le changement a été si complet que, dans certaines régions, les transhumants sont presque entrés dans le domaine de la légende. Il est donc intéressant de se demander comment la transhumance est née dans ce pays, ce qu'elle a été, ce qu'elle est, ce qu'elle devient³.

1. Nous définissons la transhumance : le déplacement alternatif et périodique des troupeaux entre deux régions déterminées de climat différent. La transhumance peut être effectuée par le gros ou le petit bétail. Nous n'étudierons ici que la transhumance du mouton, la seule qui compte en Espagne.

2. Son erreur n'est, d'ailleurs, pas absolue, car, parmi les peuples qui composent les armées ennemies, il dénombre « ceux qui conduisent leurs troupeaux sur les bords tortueux du Guadiana dont la terre engloutit les flots », c'est-à-dire les pasteurs qui gagnaient la partie Ouest de la Manche.

3. Nous n'envisageons ici que la transhumance en Espagne. Ce phénomène existe en Portugal; mais nous le connaissons moins bien. On trouvera, cependant, des renseignements dans *Le Portugal au point de vue agricole*, ouvrage publié sous la direction de B. C. CINCINATO DA COSTA et D. LUIZ DE CASTRO, Lisbonne, 1900 (voir *Annales de Géographie*, X, 1901, p. 447-450), p. 277 et suiv.

I

Le relief, le sol, le climat et, par conséquent, la végétation semblent s'allier pour faire de l'Espagne un pays de contrastes violents. « Malgré une faible extension en latitude, moins de huit degrés, dit M^r Theobald Fischer, elle renferme, à côté des régions les plus pluvieuses de l'Europe, à côté de pays couverts de forêts et de prairies..., où les habitants boivent du cidre, les pays les plus secs de notre continent, où seule l'irrigation artificielle, comme à la lisière septentrionale du Sahara, peut arracher des moissons au sol desséché de la zone step-pique,... où prospère la canne à sucre et mûrit le fruit du palmier-dattier ¹. »

Au Nord, en effet, les pâturages d'été des Pyrénées, la cuvette de l'Èbre et la bordure méditerranéenne de la Catalogne se touchent. Lorsque l'herbe est drue et haute dans la montagne, tout ce que l'eau n'atteint pas est brûlé dans la plaine ardente : la bordure méditerranéenne catalane a le climat de notre Crau ; le bassin affaissé de l'Èbre, encerclé de hauteurs, ne reçoit presque pas d'humidité ; tout ce qui n'est pas irrigué meurt, et, dans certains villages de la province de Huesca, il faut aller chercher l'eau à cinq lieues de distance.

Les fraîches montagnes de la Galice et les Monts Cantabriques, la bordure secondaire orientale disloquée de la Meseta dominant le bassin de la Vieille Castille, où l'été est sec et brûlant, où la chute moyenne des pluies est inférieure à 300 mm., où les averses sont violentes, où l'évaporation pompe avidement l'eau du sol. Mais aussi, lorsque ces montagnes sont encore couvertes de neige, le printemps humide du bassin du Douro, quelque peu semblable au printemps russe, fait pousser en abondance la Lavande et le Thym, l'Hysope et le Romarin. Puis, tandis que la haute plaine est aride, le versant méridional de la Cordillère Cantabrique se couvre de Bruyères aux fleurettes roses, et la Serrania de Cuenca de Genêts et de Spartes tenaces.

Les Sierras archéennes centrales de Gata, de Gredos, de Guadarrama séparent le plateau de la Vieille Castille de la Nouvelle Castille et de l'Estremadoure. A l'Est, la bordure secondaire de la Meseta, s'élargissant, forme, de Cuenca au plateau de Murcie, une barrière que ne peuvent franchir les influences méditerranéennes. Au Sud, la Sierra Morena isole l'Andalousie. Dès le mois de juin, les hautes plaines sont brûlées, les ruisseaux taris ; le pays devient une steppe poudreuse et sèche, avec les « salados », ou ruisseaux salés ; le sel

1. THEOBALD FISCHER, *Reiseskizzen aus Spanien und Portugal* (Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, XX, 1893, p. 131).

affleure au sol¹. Mais alors les pâturages sont verts dans les montagnes : les Légumineuses abondent dans les Sierras centrales ; du côté d'Albacete, au milieu des roches à formations salines, poussent les Salicornes à tiges articulées, sans feuilles, à fleurs sans corolle et disposées en épis ; sur les pentes de la Sierra Morena, croissent les Cistes d'espèces diverses. Lorsque le printemps renaît, les Chardons, les Graminées, les Spartes grandissent, à leur tour, sur le plateau ; du haut de certaines montagnes, la vue s'étend, jusqu'à l'horizon, sur un tapis de Jarales, d'un vert bleuâtre ou brun.

Au Sud, enfin, à côté de la steppe d'Ecija, la « poêle à frire », à côté des bords salés du Genil, à côté du plateau de Murcie brûlé de sirocco, se dressent les escarpements de la Sierra Morena, les schistes primaires de la Sierra Nevada ; les champs de l'Alemtejo et d'Idanha a Nova sont voisins de la Serra da Estrella et des plateaux du Montemuro.

Ainsi le relief, les sols, les climats sont tels dans la Péninsule Ibérique que, à toute époque de l'année, le bétail est sûr de trouver quelque part la végétation qu'il affectionne davantage, et, sans prendre d'autre peine que celle de se déplacer, le pasteur peut nourrir presque sans frais d'immenses troupeaux.

Or le hasard a voulu que ce pays, où se trouvaient réunies toutes les causes physiques qui pouvaient faire naître la transhumance, présentât également l'état social le plus favorable à l'éclosion du phénomène. Les guerres de la Reconquête dévastèrent le sol : l'agriculture ne put subsister qu'extensive, précaire, vagabonde². Tout, au contraire, favorisa l'élevage : les champs en jachères, les villages en ruines, les forêts disparues, les vastes landes désertes, les domaines immenses enlevés à l'ennemi et partagés entre quelques mains, la mobilité même du troupeau, qui permettait, en cas d'alerte, de le mettre vivement en lieu sûr, et la protection royale, qui ne devait jamais manquer aux transhumants.

En effet, lorsque, sous l'action de causes physiques et sociales, la transhumance fut née, lorsque les marches frontières de l'Espagne chrétienne, poussées vers le Sud, eurent donné à l'arrière-pays un peu de calme et de sûreté, la lutte fatale entre pasteurs et sédentaires éclata. Les pasteurs commencèrent à s'unir, réclamèrent la protection royale, et, le premier, à la fin du xii^e siècle, Alphonse IX, le vainqueur de Las Navas de Tolosa, intervint : il permit aux habitants

1. On sait l'importance du sel dans l'alimentation ovine.

2. Elle l'est encore dans des régions cependant très fertiles. En Andalousie, d'après M^r H. CAVAILLÈS (*Le problème agraire dans le Midi de l'Espagne*, dans *Revue politique et parlementaire*, L, 10 nov. 1906, p. 335-336), les champs, qui « émigraient » autrefois, sont maintenant « stables » ; mais, chaque année, la terre est alternativement divisée en trois parts : dans l'une, on sème ; on laisse l'autre en jachères ; on laboure la troisième.

de Ségovie de paître leurs bêtes dans toutes les terres de la Castille, à l'exception des vignes, jardins et champs ensemencés¹. Ses successeurs l'imitèrent : Alphonse X autorisa les troupeaux de Mureie à parcourir tout le royaume; il fixa la largeur des voies que commençaient à suivre les moutons et défendit de les couper de barrières. Les paysans se plaignirent de voir leurs champs ravagés; les Cortès les soutinrent²; paysans et bergers en vinrent à la violence. En 1347, Alphonse XI prit les pasteurs sous sa protection et leur concéda de nouveaux privilèges, qui formèrent la première charte de la « Mesta ». Dès lors, la « Mesta », l'union des possesseurs de troupeaux, devint de plus en plus chose royale. En 1500, un conseiller du roi, Perez de Monreal, en fut président. En 1561, le Conseil de l'Union fit rassembler, par le jurisconsulte Palacios Rubios, les chartes, les ordonnances, tous les textes épars qui prouvaient la légalité de ses prérogatives, et soumit le recueil à la sanction royale. C'est par cette compilation³ que nous pouvons connaître le fonctionnement de l'association et les privilèges qui, pendant 325 années, en firent l'ennemie acharnée de l'agriculture.

En dernière analyse, les troupeaux jouissaient de trois privilèges essentiels : 1^o droit de paître l'herbe, de boire l'eau partout, sans endommager les blés, les vignes, les jardins, les prés réservés pour la fauche ou destinés à la pâture des bœufs de labour; 2^o droit exclusif à l'usage des voies pastorales; 3^o exemption d'un certain nombre d'impôts⁴ et droit de couper le bois. Les juges de la Mesta punissaient les contrevenants. L'association avait ses tribunaux de première instance et d'appel, comme elle avait son administration propre et son budget.

Grâce à tous ces avantages, et malgré les vexations et les impôts auxquels les villes soumirent parfois ses troupeaux⁵, l'association prospéra, les « *vias pecuarias* » couvrirent peu à peu le pays d'un

1. Voir : J. GOUVY DE ROSLAX, *Essai sur l'histoire économique de l'Espagne* (Paris, Guillaumin, [1888], in-8, [vi] + 355 p.), p. 225.

2. Voir : J. GOUVY DE ROSLAX, *ouvr. cité*, p. 224 et suiv. « Les Cortès de Burgos, de 1315, s'émurent des souffrances de l'agriculture et rendirent une ordonnance à l'effet d'obliger les pasteurs à suivre rigoureusement les anciennes voies, sans pénétrer dans les vignes et dans les champs ensemencés. En outre, comme l'impartialité des juges pastoraux était douteuse, on décida que, pour statuer sur les demandes en dommages et intérêts, il leur serait adjoint des juges ordinaires du district où le dégat avait été commis. » (P. 225.) — Les Cortès de Valladolid (1354) dénoncent encore les abus des pasteurs.

3. *Libro de los privilegios y leyes del ilustre y muy honrado consejo general de la Mesta y cabaña real destos reynos de Castilla Leon y Granada...*, En Madrid, Pedro Madrigal, 1586, in-fol. (Bibl. Nat., Og 72). — *Libro de las leyes, privilegios, y provisiones reales del honrado consejo general de la Mesta...*, Ibid, 1595, in-fol. (Bibl. Nat., Og 73). — Ce dernier recueil est plus complet.

4. Les troupeaux payaient au roi de Castille une redevance fixée.

5. Aux Cortès d'Ocaña et de Santa Maria de Nieva (1473), les bergers furent autorisés à résister aux percepteurs les armes à la main.

réseau serré de « cañadas », de « cordeles », de « veredas », de « descansaderos »¹. Dès 1482, on comptait 2 694 000 transhumants². Pendant les siècles qui suivirent, la puissance de la Mesta grandit encore³ : l'émigration aux Indes dépeuplait les campagnes encore habitées, et le paysan ne pouvait que se taire ou partir, lorsque les moutons des moines de Saint-Jacques ou de Calatrava avaient dévasté son champ.

II

En 1837, le privilège de la Mesta fut aboli. Depuis lors, le nombre des transhumants a sans cesse décréu ; les voies pastorales, que les troupeaux suivaient moins fréquents, moins nombreux, furent envahies par les « labradores » et, sur beaucoup de points, disparurent si bien qu'on en chercherait aujourd'hui vainement la trace. Nous ne saurions que fort peu de choses sur l'état de la transhumance espagnole à la fin du XIX^e siècle, sans un ouvrage paru en 1892 : *La Ganaderia en España*⁴.

De ces volumes confus de statistique, nous pouvons tirer un premier renseignement relatif au nombre des moutons transhumants. La Direction générale de l'Agriculture de Madrid l'estime à 1 355 630, chiffre inférieur de moitié à celui de 1482, et représentant à peu près le dixième du troupeau espagnol actuel (13 359 473 moutons, d'après les mêmes statistiques). De plus, la répartition du mouton en général et celle du transhumant sont identiques dans leurs grandes lignes

1. Théoriquement, les « cañadas reales » devaient avoir 90 varas (75 m.) de large ; les « cordeles », 45 (37^m,50) ; les « veredas », 25 (20^m,80) ; les « descansaderos » étaient de largeur indéterminée ; en fait, ces règles de largeur étaient rarement observées.

2. *Censo de población del siglo XVI*, p. 108, cité par J. GOURY DU ROSLAN (ouvr. cité, p. 232).

3. Il convient, cependant, de remarquer que ce fut surtout en Castille que la Mesta régna. Dans les autres royaumes, les troupeaux furent protégés ; mais on n'accorda pas à leurs maîtres, à leurs bergers, les privilèges exorbitants dont ils avaient été investis en Castille ; il semble même que, en Catalogne, on ne se soit pas occupé d'eux.

4. *La Ganaderia en España, Avance sobre la riqueza pecuaria en 1891...*, Madrid, 1892, 4 vol. in-4, publiés par la Direction générale de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, d'après les mémoires des ingénieurs du Service agronomique. — Les notices relatives à chacune des 48 provinces sont très inégales ; quelques-unes sont remarquables, beaucoup sont médiocres ou insignifiantes. — Nous avons relevé sur fiches dans cette publication : 1° pour chaque province, le nombre total de moutons ; 2° le nombre total de moutons transhumants ; 3° le nombre total de moutons non transhumants ; 4° pour chacun des « partidos judiciales » (arrondissements) des provinces où la transhumance existe, le nombre de transhumants et de non transhumants ; 5° les renseignements épars sur l'état de la propriété dans la province, sur le réseau des voies spéciales et leur état en 1891, sur les pâturages d'hiver et d'été, sur les bergers eux-mêmes, et leurs conflits avec les sédentaires. — C'est avec ces fiches que nous avons dressé nos croquis (fig. 1-2) et nos cartes (pl. XIV, A et B), en prenant soin de calculer, pour chaque province, la densité ovine au kilomètre carré.

(fig. 1-2). La majorité du troupeau espagnol vit au Nord de 40° de latitude; la majorité des transhumants est originaire de provinces situées au Nord du même parallèle. Ce fait apparaît nettement si l'on jette les yeux sur la carte de répartition des centres de transhumance (pl. xiv, A et B); sauf pour l'Estremadoure et le village de Belmonte, pas un seul centre important, c'est-à-dire supérieur à 6 000 têtes, ne descend au Sud de 40°. Les trois grandes provinces de Leon, de Vieille



FIG. 1. — Répartition des moutons en Espagne.

Castille et d'Aragon, dont la superficie totale est de 147 620 kmq. (Espagne entière : 504 536 kmq.), toutes trois situées au Nord de 40°, comptent 722 536 transhumants, c'est-à-dire plus que tout le reste de l'Espagne. 1 100 000 transhumants, sur 1 355 000, sont originaires des provinces situées au Nord de 40°.

Mais, si la répartition du mouton en général et celle du transhumant en particulier sont identiques dans leurs grandes lignes, les différences de détail sont profondes. La seule comparaison des fig. 1 et 2 permet déjà de dire que la transhumance n'a pas pour cause unique la forte densité du mouton¹. Un exemple décisif en est

1. Il est bien évident que, là où le mouton est très peu abondant, la transhumance est restreinte ou nulle. En Galice, par exemple, le mouton est peu abondant, et le transhumant est rare. Cette région compte parmi les plus peuplées de l'Espagne; la propriété y est très morcelée, le fourrage abondant; la transhumance n'y avait donc aucune raison d'être. — Dans ces régions, d'ailleurs, on élimine le mouton au profit de la vache.

fourni par la province de Huesca, où la transhumance est considérable et le troupeau d'importance très secondaire, et par la province de Navarre, qui nourrit sur un territoire plus étroit un troupeau presque double et ne connaît pas la transhumance. C'est que la Navarre est une province essentiellement montagneuse et arrosée, où le fourrage est abondant, tandis que la province de Huesca, située plus à l'Est, moins montagneuse dans son ensemble, moins arrosée,

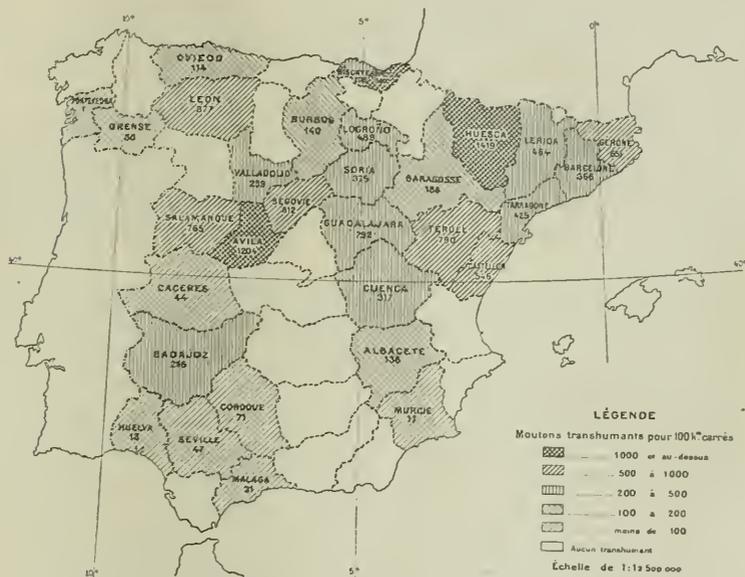


FIG. 2. — Répartition des moutons transhumants en Espagne.

où le fourrage est plus maigre, offre, en hiver, aux troupeaux des Pyrénées, ses vastes pâturages des bords de l'Èbre¹.

D'autre part, il semble que, si certaines régions, comme les provinces de Salamanque, d'Avila, de Ségovie, de Teruel, sont à la fois riches en bétail et riches en transhumants, elles le doivent à leur relief et à leur situation. Un coup d'œil jeté sur la carte (pl. xiv) le prouve : la zone montagneuse de la province de Teruel est bornée au Nord, au Sud, à l'Est, par les immenses pâturages d'hiver de l'Aragon, de la Manche, de Valence ; la zone élevée des provinces de

1. La population de la Navarre (307 669 hab. pour 10 506 kmq.), est supérieure à celle de la province de Huesca, dont la superficie est plus grande (244 867 hab., pour 13 149 kmq.). La propriété est plus morcelée en Navarre qu'en Huesca, ou 339 385 ha. seulement sont cultivés. D'autre part, il convient de remarquer qu'une voie pastorale existait dans l'Est de la Navarre, allant des Pyrénées aux Bardenas reales.

Salamanque, d'Avila, de Ségovie touche aux pâturages de la Vieille Castille, de la Nouvelle Castille et de l'Estremadoure, tandis que les provinces de Guadalajara, de Cuenca, d'Albacete, à cheval sur la zone montagneuse secondaire allongée le long de la Meseta, situées entre la Manche et Valence, et où le mouton n'est pas très abondant, ont, cependant, une transhumance notable. D'une manière générale, on peut dire que les centres de transhumance sont répartis presque symétriquement autour des pâturages d'hiver¹.

Centres et pâturages étaient reliés par un réseau de routes. Notre carte (pl. xiv, A) n'indique que les plus importantes, ces larges « cañadas reales » gazonnées, que les troupeaux suivaient en paissant, ou qu'ils abandonnaient pour les champs voisins, lorsque d'autres, avant eux, les avaient déjà parcourues. D'innombrables « veredas », « cordeles », « descansaderos » les unissaient entre elles ou les doublaient; autour des abreuvoirs, aux étapes, elles prenaient une largeur démesurée, et l'on reste confondu devant l'ampleur et l'abondance des mouvements qu'elles révèlent.

Elles se répartissaient assez exactement en trois groupes. Le groupe central, ou de la Meseta, était très caractéristique. La voie la plus importante, la plus suivie de ce groupe, la Cañada Leonesa, commençait au col de Ventaniella, dans les Monts Cantabriques, descendait par le col de Ponton, Buron, Riaño, La Vega, vers la Tierra de Campos, les Sierras centrales, l'Estremadoure, et s'arrêtait officiellement à Montemolin, aux confins des provinces de Huelva et de Badajoz². Deux grands « ramales », partis l'un du col de Piedrafita, l'autre des cols de Leitariegos et de Somiedo³, et passant par le col de la Magdalena, au-dessus de Murias de Paredes, venaient s'unir à elle, près du Tage. La Cañada Segoviana, descendue du col de Reinosa, à peu près parallèle à la précédente, traversait la Valle de la Alcudia, où hivernent encore de nos jours 400 000 transhumants, et gagnait l'Andalousie. La Cañada Soriana unissait les Monts Ibériques à la Nouvelle Castille. Un dernier chemin, parti des bords de l'Èbre, traversait la Serrania de Cuenca et se ramifiait à la surface de la Manche. — La grande zone méditerranéenne offrait, au Sud de la péninsule, de longues voies qui, comme la piste Gibraltar-Andalousie-Valence, rappelaient, au moins par leur étendue, les voies de la Cas-

1. Les centres de transhumance des montagnes basques sont tout à fait à part. Le phénomène se présente ici sous une forme que nous retrouverons en France : les bêtes s'élèvent dans la montagne en été, mais s'écartent peu de leurs pâturages d'hiver; on les désigne quelquefois non pas sous le nom de « transhumants », mais sous celui de « riveriegos », riverains, c'est-à-dire ne s'éloignant pas.

2. Une autre voie la prolongeait jusqu'aux pâturages de l'Isla Mayor et au Guadalquivir.

3. Le Puerto Ventaña et la Peña Ulbiña, où les transhumants estivent d'avril à octobre, présentent 62 500 ha. de prairies naturelles.

tille¹. Au Nord du Jucar, les voies qui descendaient des plateaux à la côte étaient, naturellement, plus courtes et ressemblaient à celles de l'Aragon et de notre Provence. — Les voies d'Aragon, suivies par les nombreux troupeaux venus des Pyrénées, formaient un troisième groupe, celui qui, de nos jours, a peut-être gardé le plus de vie.

Les troupeaux ont suivi longtemps ces routes et en suivent encore quelques-unes. Ils étaient et ils sont encore conduits surtout par des pâtres des montagnes du Leon². Ces hommes ont conservé l'aspect des pasteurs primitifs ; en montagne, ils vivent dans des cabanes de pierres, construites sans ciment, couvertes de chaume, et dorment sur un lit d'herbe sèche et de paille.

Cependant, au début du xx^e siècle, une évolution curieuse s'est dessinée dans la transhumance espagnole. La construction de certaines voies ferrées, la mise en service d'un matériel approprié³, et surtout l'établissement de tarifs spéciaux ont bouleversé les anciennes pratiques.

Le 5 novembre 1899, la Compagnie des Chemins de fer Madrid-Saragosse-Alicante inaugurerait, sur un certain nombre de ses lignes, un tarif spécial « pour le transport du bétail à laine ou caprin transhumant ». Le 20 novembre 1901, la Compagnie Madrid-Caceres-Portugal l'imitait⁴. Dès lors, dans les régions desservies par ces lignes, les routes, que les troupeaux suivaient déjà de moins en moins, devinrent désertes. L'ancienne Cañada Leonesa, les ramales qui venaient s'unir à elle furent délaissés au profit de la voie ferrée Astorga-

1. La voie qui longeait la côte de Motril à Lorca et passait par le Campo de Nijar, la « Vereda real de los Valencianos » ou « del Reino », fut autrefois très fréquentée.

2. Le district de Baña, dans la province de Leon, fournit, paraît-il, les meilleurs bergers.

3. Les compagnies espagnoles ont mis en service des wagons-grilles à deux ou trois étages. Chaque étage a une hauteur de 90 cm. à 1 m. ; un wagon de trois étages peut contenir de 60 à 90 bêtes.

4. Le fait essentiel est l'établissement de ces tarifs spéciaux. Ils ne sont pas semblables sur les deux compagnies, mais présentent cependant des traits communs : — 1^o Ils ne sont applicables que sur certaines lignes. — 2^o Ils ne sont applicables que pour certaines périodes de l'année (pour la C^{ie} Madrid-Caceres-Portugal, du 10 mai au 25 juin, dans le sens Caceres-Salamanque-Astorga, et du 1^{er} octobre au 25 novembre en sens inverse ; pour la C^{ie} Madrid-Saragosse-Alicante, du 1^{er} au 30 juin, et au retour du 15 septembre au 15 novembre). — Les deux compagnies délivrent, sous certaines conditions, des permis gratuits aux bergers qui doivent s'occuper des bêtes, et transportent, dans une certaine proportion, leurs bagages, leurs mules et leurs chiens. — Les principes qui ont présidé à l'établissement des tarifs diffèrent pour les deux compagnies. Les lignes de la C^{ie} Madrid-Caceres-Portugal sont divisées en sections de prix uniforme : le bétail quittant par exemple Astorga paye uniformément 40 pesetas (37 fr. 20) par plancher, qu'il aille à Leganes, Talavera, Navalnoral, Caceres, ou Valencia d'Alcantara ; de Plasencia à Salamanque, Zamora, Benavente ou Astorga, il payera 35 pesetas. La C^{ie} Madrid-Saragosse-Alicante a établi, au contraire, un prix de 0 p^{ta} 10 par plancher et par kilomètre, pour les parcours d'au moins 350 km. ou payant pour cette distance, avec obligation de revenir par le chemin de fer et aux mêmes conditions, même

Caceres, prolongée jusqu'à l'Estremadoure par la ligne Caceres-Aljucen, de la C^{ie} Madrid-Saragosse-Alicante. Les troupeaux de la Cordillère Cantabrique pouvaient gagner rapidement, aisément, sans conflit avec les paysans, et *pour un prix identique*, soit les bords du Tage, soit la Nouvelle Castille, soit Valencia d'Alcantara, soit la Basse Estremadoure. Par la grande voie transversale qui, partant de Zamora, gagne Alicante, les moutons des Sierras centrales purent atteindre les pâturages de la Manche, du plateau et de la steppe de Murcie, de la zone méditerranéenne. Par l'embranchement qui se dirige vers Ciudad Real, Merida, Badajoz, ils arrivèrent en quelques jours aux prés de la Valle de la Alcudia, de la Serena, de l'Estremadoure, qu'ils n'atteignaient auparavant qu'après des semaines de marche le long des Cañadas Leonesa, Segoviana, Soriana. La ligne de Cuenea-Aranjuez amena les troupeaux de la Serrania ou de Teruel à la Manche, à l'Estremadoure, ou même à l'Andalousie, par la ligne qui, se détachant de la grande transversale Zamora-Alicante, conduit, par Manzanares, Cordoue, Séville, à Huelva. Enfin, les bêtes de la Sierra del Moncayo, qui descendaient autrefois vers l'Èbre ou la Nouvelle Castille, purent, grâce à la voie Ariza-Valladolid, aller pâturer, au printemps, sur les plateaux de la Vieille Castille, que les moutons des Cantabres ne dévastaient plus depuis qu'ils empruntaient le chemin de fer pour descendre vers le Sud.

L'ancienne transhumance est ainsi modifiée de fond en comble (pl. xiv, B). Les voies pastorales achèvent de disparaître; elles ne sont plus suivies que pour atteindre la station prochaine, et souvent même on les délaisse pour la route. Les moutons gagnent leurs pâturages en wagons-grilles; les chiens, les mulets les accompagnent dans un fourgon qu'on attelle en queue du train spécial qui les emmène; les bergers voyagent en troisième classe, avec un permis qu'on leur délivre gratuitement. Les anciennes directions suivies depuis des siècles sont modifiées : au lieu d'aller du Nord au Sud, on va de l'Est à l'Ouest; on gagne indifféremment tel ou tel pâturage, suivant les tarifs du chemin de fer ou le prix de l'hivernage et de l'estivage. Rien n'a été changé dans le Nord-Est de la péninsule; ailleurs, tout est bouleversé. La transhumance s'est modernisée, elle a su s'adapter aux

si le troupeau est moins nombreux au retour. Le prix du retour est acquitté en même temps que celui de l'aller. Les propriétaires, sauf restriction pour les troisièmes planchers et jusqu'à concurrence d'un certain poids (9 t. pour un wagon de 10, 7 t. pour un wagon de 8), sont libres de faire entrer à leurs risques et périls le nombre de bêtes qu'ils veulent dans chaque wagon. Pour apprécier la faiblesse du prix de transport des transhumants, on n'a qu'à comparer le prix du tarif de la C^{ie} Madrid-Saragosse-Alicante (0 p^{ie} 10 par kilomètre et par plancher pouvant contenir de 20 à 30 bêtes) et celui des chemins de fer du Sud de l'Espagne, sur la ligne Murcie-Grenade (0 p^{ie} 05 par kilomètre et par tête de bétail.) — Nous remercions ici les chefs du Contrôle et du Trafic des renseignements qu'ils nous ont transmis, et particulièrement M^r L. MENDEL, de la C^{ie} de l'Est de l'Espagne.

modes actuels de transport. Le chemin de fer a résolu ce problème, qui parut si longtemps insoluble : utiliser les pâturages d'hiver de la steppe, les landes, les llanos, utiliser les pâturages d'été de la montagne, sans nuire à la culture des terres fertiles, sans laisser en friches les terres cultivables abandonnées après les guerres, les famines ou les sécheresses, et dont le pasteur s'est emparé.

III

La brève étude que nous venons de faire de la transhumance en Espagne serait incomplète, si nous n'essayions de la préciser encore par la comparaison. Hors de la péninsule, le phénomène existe, et, pour nous borner au bassin de la Méditerranée occidentale, nous le retrouvons dans l'Afrique Mineure, en France, en Italie. Sans entrer dans le détail, et dans le seul but de mieux définir le point d'arrêt actuel de l'évolution du phénomène en Espagne, voyons, en nous bornant à quelques indications d'ensemble, ce qu'est aujourd'hui la transhumance en Afrique Mineure, en France, en Italie.

Le Nord de l'Afrique¹ est, par excellence, le pays de la transhumance² : les causes physiques, les causes sociales, dont nous avons analysé l'action puissante en Espagne, se sont montrées ici plus impérieuses encore et plus tenaces. La région des steppes, brûlée et desséchée en été par le soleil, touche à la zone montagneuse du Tell, plus humide et à végétation plus abondante³. Avant notre arrivée, l'état de guerre était normal dans le pays, la culture par conséquent très difficile, et les troupeaux, comme dans l'Espagne du Moyen Age, à la merci d'un coup de main ; aussi les tribus, en longues caravanes armées, accompagnaient-elles leurs bêtes⁴. Aujourd'hui, l'occupation française a ramené la sécurité : les tribus, s'apercevant que les troupeaux n'avaient plus rien à craindre, les ont confiés à des bergers et

1. Sur la transhumance marocaine nous ne savons presque rien. La transhumance algérienne a été remarquablement étudiée dans le livre de MM^{rs} AUGUSTIN BERNARD et N. LACROIX, *L'Évolution du nomadisme en Algérie*, Alger et Paris, 1906. — Voir aussi : *Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 152-165.

2. Il est bien entendu que nous nous occupons ici de transhumance, et non de nomadisme, c'est-à-dire que nous envisageons uniquement le cas de pasteurs (et non de tribus entières) se déplaçant avec leurs troupeaux entre des régions de pâturages nettement déterminées et fixes. Il importe, d'ailleurs, de remarquer que le nomadisme est soumis à des règles, et que les mêmes groupes de familles viennent occuper à peu près les mêmes pâturages d'été et d'hiver. Comme on le verra plus loin, la transhumance paraît s'établir en Algérie-Tunisie aux dépens du nomadisme, qui existait antérieurement.

3. Quand la végétation est suffisante pour nourrir les troupeaux toute l'année, la transhumance n'existe pas : c'est le cas pour des communes comme Ammi-Moussa, l'Ihillil, Mascara, etc. (Voir : AUGUSTIN BERNARD et N. LACROIX, *ouvr. cité*, p. 143.)

4. Voir la description fameuse que donne EUGÈNE FROMENTIN de la migration pastorale des Arba *Un été dans le Sahara*, 8^e éd., Paris, 1885, p. 229 et suiv.)

se sont fixées elles-mêmes; il n'a plus été indispensable de réunir tout le bétail en un seul groupe facile à défendre; le troupeau unique du nomade s'est fractionné en groupes moins gros, et les parcours, en conséquence, se sont trouvés réduits. La tribu se fixant, les troupeaux nomades sont devenus transhumants. On peut donc dire, jusqu'à un certain point, que la transhumance « s'établit » aujourd'hui en Algérie¹; elle s'y présente à cette phase la plus aiguë qu'elle affecta dans l'Espagne du Moyen Age; elle n'est pas encore prête à se moderniser, comme elle vient de le faire dans l'Espagne moderne; plus les cultures s'étendent, plus les forêts disparaissent, et plus l'hostilité grandit entre les pasteurs et les sédentaires.

En France, au contraire, la transhumance est loin d'avoir l'importance qu'elle a en Espagne; elle est localisée dans la région pyrénéenne, dans le Languedoc et dans les Alpes². Rien ne ressemble moins aux immenses déplacements des troupeaux espagnols que la transhumance de nos moutons pyrénéens³. Si, dans l'Ouest de la chaîne, le Labourd, la Navarre, la vallée de la Soule, les vallées d'Aspe, de Barétous, de Josbaig envoient, en hiver, les bêtes qu'elles ne peuvent nourrir jusque dans les landes de la Gascogne, le Bazadais, le Bordelais, les parcours des bêtes des Pyrénées centrales et orientales sont infiniment plus restreints. Cette transhumance française est tout à fait identique

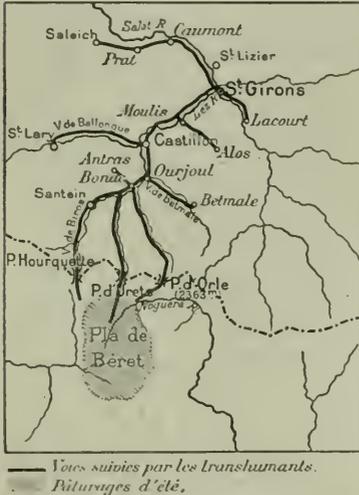


FIG. 3. — La transhumance dans le Conserans. Echelle : 1 : 800 000. — Type de transhumance à parcours restreint, dans les Pyrénées françaises.

1. On réclame, en effet, l'établissement de voies de transhumance permettant aux troupeaux de traverser les parties cultivées du Tell. On prévoit l'établissement de voies de 30 m. de large dans le Sud. (ARGUSTIN BERNARD et N. LACROIX, ouvr. cité, p. 162.) Enfin, on songe à peine à appliquer aux transhumants des tarifs spéciaux sur les chemins de fer : « On voit les moutons suivre la voie ferrée tandis que les wagons qui leur sont destinés passent à vide. » (*Ibid.*, p. 163.) — Le wagon-grille est inconnu en Algérie.

2. Nous sommes loin d'avoir pour la France les renseignements que *La Ganaderia en España* nous donne pour l'Espagne. Il n'existe aucune étude d'ensemble; des indications plus ou moins précises sont dispersées dans de nombreux articles.

3. Voir, sur la transhumance dans les Pyrénées : J. BLADÉ, *Essai sur l'histoire de la transhumance dans les Pyrénées françaises* (*Bull. de Géog. hist. et descriptive*, VII, Année 1892, Paris, 1893, p. 301-315) ; — J.-A. BASTAIS, *Étude sur la condition des populations rurales du Roussillon au moyen âge*, Paris, 1891 ; — *ib.*, *La coutume d'Andorre*, Paris, 1904 ; — HIPPOLYTE CABANNES, *Les chemins de transhumance dans le*

à celle que nous avons observée dans le Guipuzcoa : les moutons des vallées inférieures montent vers les hauteurs à la mi-juin et redescendent à la fin de l'automne ; les déplacements de troupeaux dans le Consérans (fig. 3) offrent un excellent exemple de parcours restreints ; les moutons des vallées du Salat et de ses affluents sont moins des « trashumantes » que des « riveriegos ». La transhumance languedocienne, moins importante encore que la transhumance pyrénéenne, et comme elle en décadence, utilisa jadis de larges drailles qui existèrent de toute antiquité. Aujourd'hui, les troupeaux qui gagnent le Larzac, le Lozère ou l'Aubrac, suivent les grandes routes à marches forcées, pour éviter l'orage.

Seule, la transhumance provençale¹ peut, à la rigueur, être comparée à la transhumance aragonaise ; mais ici encore l'évolution a été plus complète qu'en Espagne. Autrefois, à date fixe, sous la conduite d'un « baile » assisté de bergers, on gagnait les Alpes par les routes pastorales, ou « carraires », le long desquelles étaient ménagés des « pousadous » (lieux de parcage avec pâture et abreuvoir). Mais, peu à peu, la population augmenta ; les cultures s'étendirent, empiétèrent sur les carraires. Les conducteurs des troupeaux furent soumis à des vexations de toutes sortes. Aujourd'hui, la transhumance s'opère presque uniquement par voie ferrée. Il y a trente-deux ans que la C^{ie} P.-L.-M. consentit aux propriétaires des tarifs spéciaux qui, cependant, étaient encore assez élevés². Aujourd'hui,

Couserans (Bull. de Géog. hist. et descriptive, XIV, Année 1899, Paris, 1900, p. 183-200) ; — II. CAVAILLÈS, *L'Economie pastorale dans les Pyrénées* (Rev. gén. des Sc., XVI, 1903, p. 777-783) ; — MARCEL CHEVALIER, *La transhumance et la vie pastorale dans les vallées d'Andorre* (Rev. des Pyrénées, XVIII, 1906, p. 604-618). — On consultera encore les articles de MM^{rs} L.-A. FABRE et P. DESCOMBES, dans le Compte rendu du troisième Congrès du Sud-Ouest Navigable de 1904 (voir XV^e Bibliographie 1905, n^o 341), et les Revues suivantes : la *Revue des Pyrénées*, la *Revue des Eaux et Forêts*, le *Bulletin de la Soc. agr., sc. et litt. des Pyrénées-Orientales*.

1. Voir : F. BRIOT, *Les Alpes françaises. Nouvelles études sur l'économie alpestre*, Paris, 1907. On y trouvera (p. 71 et suiv.) un bon résumé de la question et des vues très sages sur le rôle du mouton dans le déboisement des montagnes ; — E. CARDOT, *Restauration, aménagement et mise en valeur des pâturages de montagne*, Paris, 1900 ; — JOSEPH FOURNIER, *Les chemins de transhumance en Provence et en Dauphiné, d'après les journaux de route des conducteurs de troupeaux au XVIII^e siècle* (Bull. de Géog. hist. et descriptive, XV, Année 1900, Paris, 1901, p. 237-262) ; — L. REMALLE, *La vie pastorale du pays d'Arles* (Rev. de Paris, 3^e année, t. IV, 1898, p. 817-847) ; — Comte de VILLENEUVE, *Statistique... des Bouches-du-Rhône*. Marseille, 1821, 4 vol. in-4, 1 atlas, ouvrage encore très utile, bien que presque centenaire.

2. Les expéditions à l'aller doivent être faites du 15 mai au 15 juillet, des gares du réseau P.-L.-M. situées dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Gard et de l'Hérault sur les gares des départements des Basses-Pyrénées, de la Drôme, des Hautes-Alpes, de l'Isère et de la Savoie. Les expéditions du retour doivent être faites en sens inverse, du 25 août au 15 novembre. Les wagons chargés d'ânes accompagnant les transhumants peuvent être taxés comme wagons de transhumants. Le prix du transport est relativement plus élevé qu'en Espagne ; la surface des wagons auxquels le tarif spécial est appliqué ne doit pas dépasser

les tarifs ont été abaissés et les moutons transhument en wagon¹.

En Italie, enfin, l'évolution de la transhumance a été encore plus complète qu'en France. Dans le Nord, elle a disparu, ou à peu près² : la terre lombarde a trop de valeur pour qu'on la livre au mouton. De l'Apennin à l'Adriatique, au Tavoliere des Pouilles, elle fut jadis prospère : aujourd'hui, le Tavoliere a été défriché, la lande a fait place aux moissons, et l'antique coutume de la transhumance se meurt.

Cette très courte revue que nous venons de passer des divers pays de la Méditerranée occidentale nous permet de caractériser plus exactement la transhumance espagnole. On a souvent signalé cette particularité qu'offre la péninsule de constituer un trait d'union entre l'Europe et l'Afrique. A notre point de vue, nous pouvons dire que la transhumance espagnole figure exactement les stades de transition³ entre le nomadisme ou la transhumance aiguë de l'Afrique Mineure et la transhumance restreinte, modernisée ou agonisante, de la France et de l'Italie.

ANDRÉ FRIBOURG.

16 mq. La C^o P.-L.-M. n'utilise pas le wagon-grille, qui permettrait d'abaisser les tarifs. Des permis de 3^e classe sont accordés aux bergers sous certaines conditions ; ils peuvent emmener leurs chiens avec eux.

1. Durant le seul mois de juin 1907, la gare d'Arles a expédié, aux prix et conditions du tarif spécial aux transhumants, 2274 wagons. Comme le tarif autorise les expéditeurs à charger dans le même wagon, à leurs risques et périls, la quantité de bêtes qu'ils jugent convenable, il est impossible d'indiquer le nombre de moutons expédiés.

2. On ne peut signaler qu'une transhumance très restreinte de montagnards français de la frontière, s'associant parfois pour conduire leurs brebis hiverner en Italie. A la Toussaint, ils partent par groupes de cinq ou six, emmenant de 500 à 600 têtes de bétail.

3. Elle présente à la fois des exemples de parcours africains (dans la Meseta) et de parcours restreints comme en France (dans le Guipuzcoa).

ENTRE BERROUAGHIA ET AUMAËLE

J'ai eu la bonne fortune de faire une excursion géologique entre Berrouaghia et Aumale, en compagnie de M^r J. Savornin, préparateur de géologie à la Faculté des Sciences d'Alger. Sur ses beaux travaux dans la région hodnéenne, M^r Savornin n'a publié encore que de courtes notes¹, mais très intéressantes, et sur lesquelles il est déjà possible de s'appuyer. Naturellement, la conversation de M^r Savornin m'a largement éclairé sur le sens et la portée de ces notes, qui ont peut-être passé trop inaperçues. Les observations nouvelles de M^r Savornin, s'ajoutant aux antérieures, et en particulier à celles de M^r Ficheur, font comprendre très nettement la tectonique de la région étudiée ici. Elles laissent entrevoir, d'ailleurs, une méthode à l'aide de laquelle il devient possible de préciser beaucoup, et même de rénover, notre conception de l'architecture du sol en Algérie.

La région qui s'étend à droite et à gauche de la route, entre Berrouaghia et Aumale (un peu à l'Est du méridien d'Alger), est située en plein Atlas tellien, c'est-à-dire dans une zone où la multiplicité et la complexité des chaînons ont défié jusqu'ici toute tentative d'exposition systématique autre qu'une simple nomenclature. Et sans doute n'a-t-on pas la prétention de débrouiller ici intégralement cette question difficile.

On donne ci-dessous (fig. 1) une coupe d'une petite partie de la région étudiée. La section représentée est située dans la feuille *Souaqui* de la Carte topographique de l'Algérie à 1 : 50 000, à 30 km. environ à l'Est de Berrouaghia, un peu à l'Ouest de la vallée large et profonde de l'Oued Melah (haut Isser). Cette section donne une idée adéquate de la région tout entière, qui est très homogène. Elle fait même partie d'une région homogène encore plus étendue, qui a déjà été individualisée, délimitée et baptisée : c'est la chaîne des Biban. On lui a donné ce nom², qu'il est donc préférable de lui laisser, parce que la partie qui se trouve la plus connue est la fameuse

1. Voir en particulier : J. SAVORNIN, *Découverte d'un littoral de l'Éocène inférieur dans la chaîne des Biban (Kabylie méridionale)* (Association Française pour l'Avancement des Sciences. Compte rendu de la 34^e session, Cherbourg 1905, Notes et Mémoires, Paris, 1906, p. 383-387); — Id., *La chaîne des Biban pour le géographe et le géologue* (*ibid.*, p. 388-394); — Id., *Sur le régime hydrographique et climatique algérien depuis l'époque oligocène* (C. r. Ac. Sc., CXLVII, 1908, p. 1431-1433).

2. AUGUSTIN BERNARD et ÉM. FICHEUR, *Les régions naturelles de l'Algérie* (Annales

gorge des Biban, qui a joué un rôle dans la conquête de l'Algérie, et que traverse la voie ferrée d'Alger à Constantine. La chaîne des Biban court de Berrouaghia au Guergour, sur 250 km. Au point de vue géologique, elle est d'une structure très simple : elle est constituée par une double bande, régulière et continue, d'Infracrétacé au Nord (Albien et Aptien), de calcaire cénomanien au Sud. Comme le fait remarquer M^r Savornin, la continuité de cet affleurement sur un pareil espace, de l'Est à l'Ouest, est vraiment inusitée en Algérie, où les plis courts sont de règle. Rarement, en effet, les flancs d'un même pli se poursuivent sur plus de 100 km.⁴

Dans la partie orientale, celle dont nous n'avons pas à nous occuper, à l'Est d'Aumale, les calcaires cénomaniens sont plus puissants et plus massifs, plus résistants à l'érosion; ce sont eux qui constituent

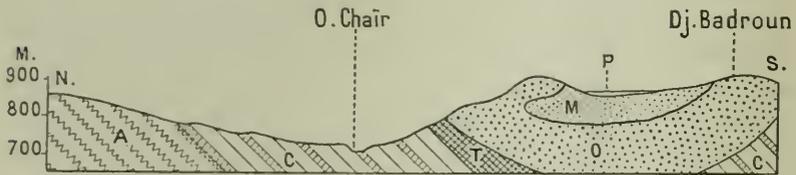


FIG. 1. — Coupe à travers la chaîne des Biban, à l'Ouest de l'Oued Melah. Échelle des longueurs, 1 : 80 000; des hauteurs, 1 : 20 000.

T. Trias. A. Albien-Aptien; C. Cénomaniens; O. Oligocène; M. Miocène; P. Pliocène.

les crêtes. Dans la partie occidentale, celle qui nous intéresse, à l'Ouest d'Aumale, le Cénomaniens, sans cesser d'être calcaire, se charge de marnes, tandis que dans les argiles du Gault et de l'Aptien, au contraire, se développent des bancs puissants de quartzites et des lentilles calcaires : c'est l'Infracrétacé qui a le mieux résisté et qui forme les sommets. C'est là une différence médiocre, et qui ne masque pas la continuité de l'ensemble. Nous avons donc affaire à une individualité tout à fait remarquable dans le relief de l'Algérie.

A vrai dire, dans la chaîne des Biban, le relief est relativement assez faible. L'altitude absolue moyenne est de 1 200 m. environ, sur un socle qui n'est pas loin d'avoir 1 000 m.; ce qui réduit l'altitude relative à 200 m. environ. Ce sont des collines insignifiantes, des taupinières, à côté de l'énorme masse du Dira, qui se dresse au Sud (1 810 m.), ou du Djurdjura au Nord (2 300 m.). L'arête est largement rompue en dix endroits par les rivières descendues du Sud, qui la traversent dans de larges vallées, sans lui faire l'honneur de dévier un

de Géographie, XI, 1902, p. 350; — J. SAVORNIN, *La chaîne des Biban* (*Association Française...*, 34^e session, Cherbourg 1905, p. 388).

1. J. SAVORNIN, *ibid.*, p. 390.

instant leur direction. Sur la carte et sur le terrain, elle se distingue à peine, à peu près confondue avec les contreforts de la chaîne plus puissante du Dira. Son individualité est surtout géologique. Et cela tendrait déjà à faire supposer que c'est la cicatrice d'un vieux pli, une chaîne usée évoluant vers la pénéplaine. Mais là-dessus, il est inutile de recourir à l'hypothèse. Les faits sont très clairs et très concluants. Les preuves abondent. L'emplacement des Biban, d'après M^r Savornin, était déjà une ligne importante de rupture de pente dans le relief sous-marin de la mer cénomaniennne; quand on vient du Sud, où les dépôts cénomaniens ont un caractère récifal et sublittoral, c'est ici qu'ils prennent un faciès pélagique à Céphalopodes¹. Les Biban étaient émergés à l'Éocène inférieur; sur toute leur longueur, ils ont formé le rivage septentrional de la mer des phosphates. Un coup d'œil sur la carte le montre nettement, et M^r Savornin a trouvé des formations littorales, avec fossiles d'eau douce². Mais c'est surtout l'étude des formations oligocènes qui non seulement lève toute espèce de doute, mais encore apporte des précisions détaillées.

Parmi les nombreux services rendus par M^r Ficheur à la géologie de l'Algérie, un des plus éminents, on le sait, est d'avoir rattaché avec certitude à l'époque oligocène toute une catégorie de dépôts continentaux, de faciès très caractéristique, largement répandus en Algérie, des poudingues rouges et des dépôts argileux de chott, salés et gypseux³. Entre les immersions étendues, accompagnées de plissements, qui ont caractérisé, en Algérie, les époques éogène et néogène, il fut désormais acquis que l'Algérie oligocène avait été complètement émergée pendant une longue période géologique, et sous un climat désertique ou steppien⁴. C'est tout un chapitre extrêmement important de l'histoire du sol algérien qui s'est trouvé ainsi déchiffré. Dans la région des Biban, les dépôts oligocènes, particulièrement abondants, sont datés avec une précision maxima, puisqu'ils sont recouverts sur de grands espaces par des dépôts très fossilifères de la mer cartennienne (Miocène inférieur), comme le montrera un coup d'œil sur la carte géologique à 1 : 800 000, et plus nettement encore la coupe fig. 1. Ces dépôts oligocènes, par leur disposition et leur nature, nous apportent les renseignements les plus précieux sur le passé. Ils forment une double bande parallèle, au Nord et au Sud de la chaîne. La bande Nord apparaît au premier coup d'œil sur la carte géologique générale. Sa continuité a été à

1. J. SAVORNIN, *La chaîne des Biban...* (Association Française... 34^e session, Cherbourg 1905, p. 390).

2. J. SAVORNIN, *Découverte d'un littoral de l'Éocène inférieur...* (Association française..., 34^e session, Cherbourg 1905, p. 386).

3. E. FICHEUR, *Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine* (Bull. Soc. Géol. de France, 3^e sér., XXII, 1894, p. 344-375).

4. J. SAVORNIN, note citée (C. r. Ac. Sc., CXLVII, 1908, p. 1433).

peine interrompue par l'érosion. Elle va de Médéa jusqu'au voisinage de Bougie (plaine des Arib et des Beni-Sliman, vallée de Bouira, de l'O. Sahel, de la Soumman). La bande Sud n'apparaît pas aussi nettement sur la carte, pour deux raisons : la première, c'est que la carte à 1 : 800 000 est inexacte; la seconde, c'est que, sur le terrain, les dépôts oligocènes ont été bouleversés, et leur continuité masquée par les plissements miocènes du Choukchott. Cette continuité, pourtant, a été établie par M^r Savornin d'une manière indubitable¹. Qu'on se rapporte, d'ailleurs, à la petite carte ci-dessous (fig. 2), qui a été dressée sur ses indications. Une bande pratiquement continue court

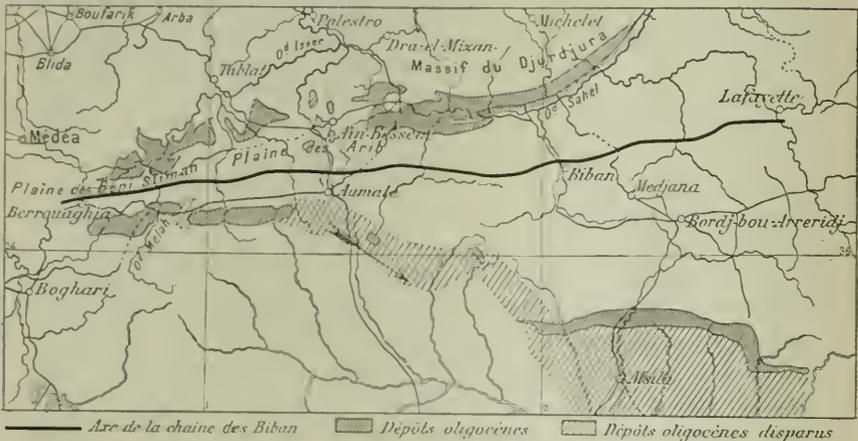


FIG. 2. — Bassins oligocènes au Nord et au Sud de la chaîne des Biban.
Echelle, 1 : 2 000 000.

de Berrouaghia à Aumale (c'est celle qui est figurée sur la coupe, fig. 1). On la retrouve très régulièrement au Nord du Hodna. Dans l'intervalle courent les jeunes plissements du Choukchott, où se sont pourtant conservés quelques lambeaux très nets d'Oligocène. La bande Nord et la bande Sud sont entièrement séparées; la carte géologique à 1 : 800 000 les rejoint à travers la chaîne le long de l'O. Melah².

La chaîne des Biban séparait donc, à l'époque oligocène, deux bassins hydrographiques distincts. Celui du Nord aboutissait apparemment au golfe de Bougie, auprès duquel la carte signale quelques lambeaux d'Oligocène marin. Dans celui du Sud, M^r Savornin a reconnu que la grosseur des éléments roulés diminue progressivement d'Ouest en Est, depuis les poudingues à gros éléments, qui dominent entre Berrouaghia et Aumale, jusqu'aux dépôts fins et gypseux de l'Oligocène hodnécien³. Nous avons donc affaire à un

1. J. SAVORNIN, note citée (*C. r. Ac. Sc.*, CXLVII, 1908, p. 1431 et suiv.).

2. *Ibid.*, p. 1432.

3. *Ibid.*, même page.

système d'oued, qui aboutissait à un chott, ancêtre du Hodna et un peu plus septentrional que lui. Cela revient à dire que la chaîne des Biban séparait le bassin de la Méditerranée et celui du Hodna; elle était la ligne de partage des eaux, l'« axe du Tell ». On sait que, aujourd'hui, la ligne de partage des eaux a été reportée plus au Sud, par suite des plissements miocènes.

Dans la région qui nous occupe, entre Berrouaghia et Aumale, l'Oligocène a le faciès à poudingues rouges. Son épaisseur est considérable, 200 m. peut-être. Les éléments ne sont pas toujours très bien roulés, et c'est trop peu dire qu'ils sont gros : il en est de monstrueux, comme de petites maisons. Ceux-ci évidemment n'ont pas pu être charriés par un torrent; ils gisent là où ils se sont éboulés. Tout cela a nettement le caractère d'éboulis de pentes et représente évidemment les débris latéraux d'une chaîne bien plus puissante que l'actuelle. Aujourd'hui, en effet, les collines oligocènes s'élèvent presque aussi haut que les sommets de la chaîne principale avec les débris de laquelle elles sont formées.

Le Trias. — Dans la section figurée sur la coupe (fig. 1), et d'ailleurs en bien d'autres points, le Trias joue un rôle et, comme toujours dans l'Afrique du Nord, ce rôle est important et mystérieux.

Un chapelet d'affleurements triasiques court à la base Nord des collines oligocènes, parallèlement à la direction de la chaîne. Un de ces affleurements est exploité par les indigènes pour le plâtre, un autre pour le sel : on retrouve le pêle-mêle habituel d'éléments sédimentaires hétérogènes, broyés et corrodés, cargneules, dolomies foncées, calcaires en plaquettes. Or, ce Trias, à en juger par ce qu'on aperçoit à la surface du sol, semblerait supporter l'Oligocène. Une grosse question se pose donc immédiatement.

Depuis qu'on a mis en évidence le rôle des nappes de charriage dans les Alpes, on s'est demandé dans quelle mesure des nappes analogues ont pu passer inaperçues dans l'Atlas. Et on les a cherchées en relation avec le Trias, qui se présente partout avec le même faciès d'éléments broyés¹. La question se pose donc à propos de notre coupe : les couches oligocènes et miocènes, supportées en apparence par du Trias, ne sont-elles pas une nappe de charriage? Il est facile de montrer que la réponse ne peut être que négative. Les éléments de l'Oligocène sont aisément reconnaissables : ce sont des cailloux roulés de calcaire cénomaniens, qui renferment fréquemment des Céphalopodes, et des cailloux de quartzites infracrétacés, qui ne peuvent pas être confondus avec d'autres grès, parce qu'ils ren-

1. P. TERMIER, *Sur les phénomènes de recouvrement du Djebel Ouenza (Constantine) et sur l'existence de nappes charriées en Tunisie* (C. r. Ac. Sc., CXLIII, 1906, p. 137-139).

ferment parfois des fossiles aptiens; le tout, notons-le bien, en nombre immense. Il faut donc que le cailloutis oligocène se soit formé en place, aux dépens de la chaîne dont il jalonne encore le pied. D'autre part, les dépôts miocènes, quand on les examine à la base, se montrent constitués par remaniement des poudingues oligocènes, sur les éléments desquels se trouvent creusés des trous de Pholades et fixés des fossiles miocènes de plages, des Balanes par exemple; il n'est donc pas niable que la mer miocène était précisément là où nous retrouvons ses dépôts.

Chaîne crétacée, cailloutis oligocène de déjections, plages miocènes, tout est donc en place, et le charriage est inadmissible. Il faut reconnaître que le Trias se présente avec des caractères intrusifs et éruptifs le long d'une ligne de faille, comme il fait, d'ailleurs, en tant d'autres points de l'Algérie.

Les effets du plissement miocène. — Nous sommes donc fixés avec certitude sur l'histoire de la région étudiée, depuis le plissement éocène jusqu'au dépôt des couches miocènes. C'est ici la période importante, celle qui a fixé dans ses traits principaux l'architecture actuelle du sol. On peut indiquer avec précision le retentissement qu'ont eu les mouvements orogéniques postérieurs à l'émersion oligocène: ce retentissement est médiocre.

Il est facile de voir sur la coupe (fig. 1) que les dépôts oligocènes et miocènes ont été plissés. En un point même, la bordure septentrionale de l'Oligocène est renversée sur le Miocène. Dans la chaîne crétacée, l'on constate un décrochement, exactement dans la vallée de l'O. Melah. Ce décrochement a rompu la continuité de la bande calcaire cénomaniennne; il est donc possible d'évaluer son amplitude, qui peut atteindre 2 km. Il s'est produit en un point où la bande cénomaniennne dessine un rentrant très accusé vers le Nord et accuse un ensellement du pli, c'est-à-dire en un point de moindre résistance. Le décrochement a affecté l'affleurement triasique; il lui est donc postérieur, et il l'est *a fortiori* au dépôt des couches oligocènes, voire même des couches miocènes, qui sont pénétrées par le Trias hors de la section figurée.

Sur les dépôts miocènes, en un point élevé de 200 m. au moins au-dessus de la vallée, on observe des dépôts continentaux (poudingues et calcaire lacustre), qui sont apparemment pliocènes. D'autre part, on a déjà dit qu'il n'y a pas trace de dépôts oligocènes le long de l'O. Melah, dans la large vallée qu'il s'est entaillée à travers la chaîne; on y trouve seulement de vieilles terrasses quaternaires, rigoureusement horizontales, élevées de plusieurs dizaines de mètres au-dessus du lit actuel. Enfin, les petits affluents de l'O. Melah, dans les couches peu résistantes du Miocène, de l'Oligocène et des

marnes cénomaniennes, se sont creusé des cañons extrêmement étroits et profonds, ce qui atteste une érosion jeune.

Pour donner un sens cohérent à ces menus faits, rappelons que la chaîne des Biban est longée au Sud par une autre chaîne beaucoup plus élevée, jalonnée par le Choukchott (1830 m.) et le Mansoura (1800 m.). Elle suit à peu près le 36° parallèle. M^r Savornin a fait une étude approfondie de cette chaîne, qui s'est plissée, avec une énergie extrême, dans un géosynclinal miocène¹. De ce grand fait orogénique, la chaîne des Biban a subi le contre-coup : les plis miocènes se sont plissés; le long de la chaîne, des failles ont amené des venues triasiques; il s'est produit des décrochements; le régime hydrographique a été bouleversé. Mais la chaîne elle-même, constamment émergée, a tenu bon en somme; elle est restée à peu près telle que l'avait constituée le vieux plissement éocène; vis-à-vis du plissement miocène, elle s'est comportée comme un avant-pays, un socle continental.

Question de méthode. — L'anatomie d'une fraction de la chaîne des Biban nous a donc révélé avec fidélité et précision tout le passé. Les deux chaînes des Biban et du Choukchott, voisines, parallèles, et d'aspect fraternel sur la carte, aussi longtemps qu'on envisage seulement leurs directions, nous apparaissent maintenant comme deux individualités extrêmement distinctes. Elles ne sont pas du tout contemporaines; l'une est l'avant-pays de l'autre.

C'est là, sans doute, un fait intéressant en soi; il l'est peut-être davantage par la question de méthode qu'il soulève. Dans un travail antérieur², j'ai essayé de montrer qu'il est possible de distinguer en Algérie des régions d'architecture tabulaire. Il devient clair qu'on peut de même distinguer les plissements éogènes et néogènes, séparés par l'émergence oligocène. La besogne des géologues, éparse dans un grand nombre de monographies et de notes, est assez avancée pour permettre ces discriminations, sinon partout, du moins en beaucoup de points. Pour établir la géographie physique de l'Algérie sur des bases scientifiques, il ne semble pas qu'il puisse y avoir une autre méthode; cela revient à indiquer l'emplacement des géosynclinaux et des aires continentales. J'estime, en particulier, que l'application de

1. J. SAVORNIN, *La depression de l'Ouennougha-Medjana (Association Française pour l'Avancement des Sciences, Compte rendu de la 35^e session, Lyon 1906, Notes et Mémoires, Paris, 1907, p. 284-290)*. Un coup d'œil sur la fig., p. 288, suffit à fixer le lecteur. — Voir aussi : E. FICHEUR et J. SAVORNIN, *Sur les terrains tertiaires de l'Ouennougha et de la Medjana (Algérie) (C. r. Ac. Sc., CXXI, 1903, p. 148-150)*; — J. SAVORNIN, *Esquisse orogénique des chaînes de l'Atlas au nord-ouest du Chott el Hodna (Ibid., CXL, 1903, p. 133-137)*.

2. E.-F. GAUTIER, *La Meseta sud-oranaise (Annales de Géographie, XVIII, 1909, p. 328-340, 5 fig.)*.

cette méthode permet d'ores et déjà de donner des hauts plateaux une définition scientifique. Mais cela sortirait des limites du présent article¹.

La route romaine. — Entre l'histoire géologique d'un pays et sa géographie humaine, la transition est toujours délicate. Il y a là deux catégories d'études entre lesquelles le rapport est plus souvent artificiel que le géographe ne veut se l'avouer. Le danger est de vouloir, par esprit systématique, trouver une relation de cause à effet. Ici, pourtant, il est facile de montrer, je crois, que cette relation existe.

Je ne suis pas certain que la chaîne des Biban puisse être appelée une région naturelle, mais c'est, à comp sûr, une route naturelle, et une des plus importantes en Algérie. Entre Berrouaghia et Aumale, la route actuelle ne quitte jamais la bande de calcaire cénomaniens; elle est établie sur l'emplacement d'une voie romaine, dont on voit encore çà et là les bornes miliaires, et qui était jalonnée, sur une distance totale de 100 km., par trois villes assez importantes : Auzia (Aumale), Rapidi (Sour Djouab) et l'ancêtre romain de Berrouaghia². Il est évident que cette large bande calcaire est pour une route un substratum de choix. Elle donne une base solide : on sait que, en Algérie, les marnes miocènes ébouleuses font le désespoir des ingénieurs. Elle conserve à peu près la même cote sur 250 km. et elle aboutit tout droit à une région très intéressante et très peuplée, la Medjana, les hautes terres à blé de Bordj-bon-Argeridj et de Sétif. La Numidie et la Maurétanie, ces deux Algéries si distinctes, l'orientale et l'occidentale, séparées par la cloison presque étanche de la Kabylie, ont ici leur voie de communication la plus directe et la plus naturelle. Il est évident que si la chaîne des Biban a pu jouer ce rôle de lien, c'est à cause de sa vieillesse et de son usure, qui la rapprochent d'une pénéplaine.

L'importance de cette route était, sous l'empire romain, incomparablement plus grande qu'aujourd'hui. La capitale de la Maurétanie était Cherchell (Caesarea). Notre capitale est Alger, beaucoup plus à l'Est, et notre centre économique la Mitidja. Entre la Mitidja et Sétif, la voie ferrée suit aujourd'hui, par les gorges de Palestro et l'O. Sahel, un itinéraire tortueux, très septentrional et très voisin de la côte. L'ancienne route, avant le chemin de fer, passait par Aumale et utilisait la voie naturelle des Biban dans toute sa moitié orientale. L'abandon de ce tracé fut probablement une erreur. En tout cas, entre-

1. Voir, à ce sujet : É.-F. GAETIEN, *Les hauts plateaux algériens* (*La Géographie*, XXI, 15 février 1910, p. 89-98; 3 cartes, fig. 23-25).

2. Il était sur l'emplacement du pénitencier; on ne connaît pas le nom avec certitude. Voir : S. GISELL, *Atlas archéologique de l'Algérie*, fasc. 3, feuille 14 (*Medja*), Alger, 1904. — Dans le même fascicule, on trouvera des renseignements détaillés sur Rapidi, Auzia et la voie romaine.

la Mitidja et la Medjana, la voie ferrée n'a fait naître aucun gros centre de colonisation. Aumale, au contraire, si mal desservi, a l'importance et le rôle d'une sous-préfecture.

Ce coin de pays a été si abandonné que la route entre Berrouaghia et Aumale est terminée seulement depuis quelques années. L'indigène y a été laissé à lui-même. C'est une des réserves de l'avenir.

Le pays et les hommes. — Le pays est presque tout entier boisé, mais d'une pauvre forêt algérienne, malingre et rase. Le climat peut en être un peu la cause. Je ne crois pas qu'on puisse établir la moyenne annuelle de pluies, mais les indigènes disent que leur terre « sent le Sud »¹; c'est leur façon d'en regretter la sécheresse. La vieille chaîne usée des Biban est défilée de la mer derrière l'Atlas plus élevé de Blida. Berrouaghia, dominant à l'Ouest la basse vallée du Chélif, est particulièrement accessible aux vents humides de l'Ouest; aussi est-il certainement plus humide déjà que Souagui et la section de pays représentée sur notre coupe. La différence est bien connue et très sensible : des perturbations atmosphériques, qui donnent à Berrouaghia une semaine de déluge, n'amènent à Souagui qu'un temps couvert et quelques ondées. La distance est pourtant d'une trentaine de kilomètres seulement.

Il est vrai que les rivières sont assez fournies d'eau; leur réseau est assez serré, les sources ne sont pas rares. La chaîne des Biban, très en contrebas, bénéficie pour une part des pluies qui tombent dans le Dira. Si la forêt est chétive, la responsabilité partielle en incombe certainement à l'homme. Un coup d'œil en passant montre la prédominance des chèvres, ces ennemis héréditaires du boisement.

Comme partout en Algérie, les espèces arbustives se groupent assez régulièrement suivant la nature du sol. La bande cénomanienne est généralement couverte de Pins d'Alep, qui prospèrent aussi sur le Miocène; on sait la préférence du Pin pour les terrains calcaires et marneux. Les quartzites du Crétacé inférieur et les poudingues de l'Oligocène ont des Chênes verts, qui constituent par places un boisement honorable. Mais l'arbre qu'on voit le plus est le Genévrier de Phénicie; il est même assez puissant et constitue un arbre véritable; ce n'est pas la variété naine qu'on voit ailleurs. Il porte à profusion des fruits relativement gros, qui sont une ressource alimentaire, directement d'abord, parce que les indigènes les grignotent, indirectement surtout, parce que le gibier s'en nourrit, surtout les perdrix, qui pullulent, et auxquelles le genièvre donne un fumet délicat. — Dans les forêts algériennes, la vue du Genévrier est généralement omineuse.

1. A. JOLY, *La plaine des Beni-Sliman et ses abords* (Bull. Soc. Géog. Alger, V, 1900, p. 430).

Avec le Thuya, qui l'accompagne presque toujours, — mais qui, par une exception curieuse, est tout à fait absent ici, — c'est une espèce particulièrement bien organisée pour se défendre toute seule contre les causes multiples de disparition. Sa prédominance caractérise les forêts en décadence; c'est elle qui abandonne la dernière les positions perdues. Les Lentisques sont aussi très abondants, et avec eux toutes sortes d'espèces buissonnantes; la forêt ici serait mieux nommée une brousse.

Parmi ces espèces il en est une qu'on hésite d'abord à reconnaître, quand on la voit ramper au ras de terre : c'est l'Olivier; de pauvres petits buissons d'Oliviers sauvages, aux feuilles rares et minuscules, hérissés d'épines, avec un aspect farouche et méfiant de parias. C'est peut-être le dernier reste d'olivettes romaines; ils disent les siècles d'abandon et de bataille acharnée contre les chèvres. Leur seul aspect fait le procès de l'agriculture indigène.

Une plante non arbustive, l'Artichaut sauvage, est aussi très caractéristique du paysage, par son extrême abondance. Et c'est d'autant plus frappant que l'Artichaut est bien loin de se trouver partout en Algérie; je ne me rappelle pas l'avoir encore vu ailleurs.

Les collines oligocènes sont peut-être plus boisées que le reste du pays; en tout cas, celles qui avoisinent Sour Djouab, et qui couvrent un espace étendu, sont la seule partie du pays qui ait été placée sous la surveillance d'une maison forestière. Je ne sais pas si elles sont un terrain particulièrement favorable au boisement, mais elles découragent toute agriculture. La charrue n'a rien à faire sur ces énormes tas de cailloux. Les indigènes ont borné leurs défrichements, d'ailleurs rares et incomplets, comme toujours, aux bandes crétaées et miocènes.

Nous sommes ici, entre Aumale et Berrouaghia, à la limite Sud de la grande plaine dite des Beni Sliman, et la presque totalité des indigènes appartient à cette tribu, ils en constituent l'extrême fraction Sud. M^r Joly a consacré aux Beni Sliman une longue étude pleine de menus détails intéressants¹. On y trouvera l'histoire des Beni Sliman, qui ont un passé et des héros propres. Ce qui frappe, c'est qu'ils ont constitué, jusqu'à la conquête française, une sorte de confédération démocratique. Et cela fait songer à la Kabylie toute proche.

On a tout à fait renoncé à distinguer les indigènes de l'Afrique du Nord en Arabes et en Berbères, au point de vue du sang. A supposer que les métissages infinis aient laissé à cette discrimination quelques

1. A. JOLY, *La plaine des Beni-Sliman et ses abords* (Bull. Soc. Géog. Alger, V, 1900, p. 437-456; VIII, 1903, p. 625-633; IX, 1905, p. 151-190; voir XII^e Bibliographie 1904, n^o 731).

chances de succès, elle est dénuée *a priori* de tout intérêt. Nous savons historiquement que le nombre des véritables Arabes venus en Afrique Mineure est extrêmement faible, et la proportion de sang arabe dans la race est certainement négligeable. Il est tout à fait indifférent que certaines tribus, comme les Djouab, par exemple, qui ont donné leur nom à Sour Djouab (Rapidi), se prétendent issus de l'Arabie¹. Le blason n'a jamais été surveillé en Berbérie, et il n'y a là de généalogies que forgées. Au point de vue du sang, tout est un bloc berbère. Il est bien entendu que, lorsqu'on distingue ici Arabes et Berbères, il s'agit de langage et de mœurs. M^r Joly croit que de petits îlots de dialecte berbère se sont conservés chez les Beni Sliman du Nord, jusqu'aux environs de 1870. Aujourd'hui, l'arabe est d'un usage universel et exclusif. Mais bien des choses dans les mœurs font songer à la Kabylie.

Les habitants sont sédentaires et agriculteurs; ils ne connaissent que la propriété privée (« melk »); ils habitent des maisons rectangulaires, basses, en pierres, couvertes de tuiles, tout à fait les mêmes qu'autour du Djurdjura. Les marabouts (tombeaux de saints) sont curieux. Ils sont très nombreux et juchés sur les pitons, comme presque partout en Algérie. Mais ce ne sont jamais des « koubba » du type oriental (coupoles blanchies à la chaux); ce sont invariablement des maisons kabyles, en pierres et tuiles, qui abritent un mort au lieu de loger des vivants. Autour de chaque marabout, comme d'habitude, le cimetière; mais les tombes sont marquées par des morceaux de bois grossièrement sculptés, fichés debout dans le sol, au lieu de l'être, à l'arabe, par des pierres-témoins (« chehed »). On retrouverait certainement des traces nombreuses de cultes anté-islamiques. En tout cas, il y a beaucoup d'arbres marabouts, aux branches couvertes de chiffons; en particulier, il y en a de très vénérés à la source chaude de l'Oued el Hammam (près Berrouaghia), qui est évidemment le lieu et l'objet d'un culte très ancien.

La chaîne des Biban court au centre d'une région qui est semée de vieilles capitales berbères: Guedjal, près Sétif, la première citadelle des Fatimides (Berbères Ketama); Achir, au Sud-Est de Berrouaghia, centre de la dynastie ziride (tribu Sanhadja); Kalaa des Beni Hammad, au Sud-Ouest de Bordj-bou-Arreidj, capitale de la dynastie hammadite et ancêtre de Bougie; Kalaa des Beni Abbès, au Nord de Bordj-bou-Arreidj, une des têtes de cette république bicéphale que fut la Kabylie sous les Turcs. Ce sont là les capitales successives, à travers l'histoire, d'une même nation berbère, un peu floue, mais, à tout prendre, une des mieux individualisées qui aient été, et dont la Kabylie actuelle est

¹ *Bulletin Officiel de l'Algérie*, Année 1896, p. 1431: homologation du sénatus-consulte concernant la propriété indigène, tribu Djouab.

une simple continuation. M^r Hanoteau, auteur d'un ouvrage peut-être trop vanté sur la Kabylie¹, nous a habitués à la reléguer au Nord du Djurdjura. E. Carette, qui écrivit sur le même sujet dans la Collection de l'Exploration de l'Algérie un livre certainement trop oublié², avait très bien vu que la Kabylie s'étend jusqu'au Hodna. Nous sommes ici, dans la région que nous étudions, en deçà des limites de la Kabylie historique. Sur le terrain, on en a bien la sensation, lorsqu'on voit d'Aumale, dans une proximité qu'on n'aurait pas supposée aussi immédiate, aussi tangible, se dresser la masse du Djurdjura, qui barre l'horizon et qui écrase tout.

A cela près, nos Beni-Sliman des Biban sont des Kabyles très dégénérés; il est facile de montrer en quoi ils s'éloignent de leurs frères de Fort-National. Ils constituent une population dispersée, vivant par familles dans des fermes éparpillées. Il n'existe pas un seul village. Quand on les interroge, ils répondent avec un grand sérieux que leurs femmes sont trop querelleuses pour qu'on puisse juxtaposer deux familles sans inconvénient pour la paix publique. Si l'on jette un coup d'œil sur les cartes de la région à 1 : 50 000, on est frappé de voir que presque toute la nomenclature de géographie humaine se rapporte aux morts; on a marqué les marabouts et les cimetières, non pas les fermes ou les groupes de fermes. Cela est très judicieux; une maison coûte peu à bâtir, de 200 à 500 fr.; elle dure au maximum vingt-cinq ans, et, quand elle tombe en ruines, on en rebâtit une autre ailleurs. Il n'y a de vraiment fixes que les demeures des morts; le mode d'habitation se rapporte déjà à une des multiples nuances de transition entre la vie sédentaire et la vie nomade. Nous sommes loin des gros bourgs de la grande Kabylie, vieilles individualités historiques.

Quand on parcourt le pays, on est frappé de rencontrer un aussi grand nombre d'indigènes; il est vrai que cela tient à l'éparpillement, et non pas exclusivement à la densité de la population. Il n'est pas impossible de donner là-dessus des chiffres précis et dignes de foi. La propriété indigène a été cadastrée conformément aux prescriptions du sénatus-consulte. Les résultats de ces opérations cadastrales sont épars dans le *Bulletin Officiel de l'Algérie*, années 1896 et suivantes, jusqu'à 1899. J'y relève par exemple que la tribu des Ahl el Euch, qui habite à peu près la région traversée par notre coupe, comptait 6 349 hab. sur 23 067 ha². Pour d'autres tribus voisines, les Ouled Thaan³, les Ouled Zenim⁴, les Ouled Meriem, les Djouab⁵, on trouve

1. HANOTEAU et LETOURNEUX, *La Kabylie et les coutumes kabyles*, 3 vol., 1872-1873.

2. E. CARETTE, *Études sur la Kabylie proprement dite (Exploration scientifique de l'Algérie... Sciences historiques et géographiques)*, t. IV et V, Paris, 1848-1849.

3. *Bulletin Officiel de l'Algérie*, Année 1898, p. 273.

4. *Ibid.*, p. 601.

5. *Ibid.*, Année 1897, p. 1027.

6. *Ibid.*, Année 1896, p. 619 et 1331.

des chiffres très analogues. Cela donnerait à peu près 28 hab. au kilomètre carré (abstraction faite, il est vrai, des forêts domaniales, qui sont de médiocre étendue). C'est une densité inférieure des deux tiers à celle de la population kabyle (99 hab.), mais encore très supérieure à la moyenne algérienne.

Il serait inexact de dire que l'industrie fait tout à fait défaut. Les Beni Sliman savent cuire leurs tuiles et construire leur maisons; ils ont des maçons et des entrepreneurs. Ils ont aussi quelques moulins à eau, actionnés au moyen d'une roue horizontale, dont le principe se rapproche de celui de la turbine. Ce n'est plus du tout notre roue verticale à palettes, mais c'est pourtant un vieux système populaire, bien connu sous le nom de roue à cuillère ou roue de Béliador; on en trouvera une reproduction dans *La Nature*¹. Pour tout le reste, les Beni Sliman sont tributaires du colporteur kabyle, en particulier pour la meule domestique en pierre, beaucoup plus en usage que le moulin, et qui se fabrique en Kabylie, et pour leurs misérables vêtements, car le tissage est une industrie de la tente.

L'éparpillement de la population s'est opposé à l'établissement des boutiques qui, en d'autres parties de l'Algérie, font concurrence au colporteur. Les seuls centres de vie économique sont les marchés, grands espaces en terre battue, qui s'animent une fois la semaine, celui du vendredi à Souagui, par exemple. Pourtant, peut-être faut-il y ajouter les cafés maures, qui jouent un assez grand rôle, malgré leur humilité; outre qu'ils jalonnent les sentiers du petit commerce, ils représentent à peu près la seule organisation du plaisir et du vice, les tentations de la « ronda », jeu de cartes espagnol, et aussi, paraît-il, la préparation des mauvais coups; leur réputation administrative est détestable.

On s'aperçoit avec surprise que les Beni Sliman ont un commerce d'exportation: ils alimentent les villes et les villages européens d'œufs et de poulets, mais surtout de gibier. Non seulement les perdrix foisonnent dans les Genévriers, mais aussi les lièvres et, dans certains districts, les lapins, sans parler des sangliers. L'administration veille à ce que les indigènes soient désarmés; elle interdit, naturellement, le braconnage et tous ses engins, lacets, filets, pièges. Cette sévérité est fort utile aux braconniers, puisqu'elle les empêche de pratiquer une exploitation destructive. Mais l'indigène chargé de gibier est une apparition quotidienne et bien accueillie à la porte de tous les Européens. Un élément essentiel de ce commerce est la sobriété, l'endurance, et sans doute aussi l'oisiveté de ceux qui le font. Pour aller vendre une douzaine de perdreaux à une distance de cinquante et parfois de cent kilomètres, il faut un homme dont le temps inemployé

1. *La Nature*, 2 janvier 1909, p. 66.

n'a pas de valeur, marcheur admirable, qui se contente pour toute provision d'une galette dans son capuchon, et qui aura pour tous frais accessoires de route une tasse de 5 centimes au café maure.

L'élevage joue un rôle qu'il n'est pas impossible d'évaluer en chiffres. Les Ahl el Euch, pour une population de 6 549 âmes, avaient, lors du cadastre, 9 577 têtes de bétail¹. C'est à peu près une bête et demie par être humain, et c'est d'autant moins que le gros bétail est rare; il y a pourtant quelques bœufs, mais en proportion faible; les moutons eux-mêmes sont rares: c'est un élevage de nomades, exigeant la transhumance; les chèvres abondent. Leurs propriétaires disent apprécier chez elles par-dessus tout l'abondance du lait, et cela fait sentir combien leurs préoccupations sont immédiatement alimentaires. Les bêtes sont abritées contre les intempéries et les voleurs dans la maison même, si exigüe qu'elle soit, grâce à beaucoup de promiscuité. Mais il n'existe pas de provisions de fourrage. J'ai noté des colombiers originaux: chaque trou de pigeon est logé sous une tuile, comme un nid d'hirondelle. Tout cela porte la marque d'une ingéniosité acharnée de paysan menacé par la faim.

La grande ressource est évidemment l'agriculture. On cultive surtout des céréales, et naturellement avec l'araire. Toute la petite maison est entourée de silos; ses murs sont évidés de cachettes à grains; elle est pleine de gigantesques pots de terre pleins de blé. On sent que c'est la grosse affaire, la seule garantie contre la famine imminente.

Il y a quelques Figuiers; mais les arbres fruitiers sont rares. Le plus répandu de beaucoup est le Cactus; on le plante en rangées régulières; il a l'avantage de pousser sans soins et l'inconvénient, à cette altitude, d'être tué par la gelée dans les hivers rigoureux. Quant aux nombreux Oliviers épars dans la brousse, il n'y en a pas un seul de greffé. Les indigènes disent qu'ils ne savent pas, et ils expriment ainsi en raccourci une foule d'impossibilités complexes. L'arboriculture ne s'improvise pas.

C'est là évidemment qu'est la grave erreur économique. Sur ces collines, presque dépourvues de sol, les bonnes terres à céréales sont rares, le climat est sec. La misère condamne au blé, puisque, à moins d'en faire soi-même, on n'en mangerait pas. Mais le pays ne pourrait prospérer que s'il se couvrait d'olivettes, de figuiers, de vignes. Une grande partie de l'Algérie est dans ce cas. Les Kabyles du Djurdjura ne sont ce qu'ils sont que parce que, seuls entre tous, ils ont pu défendre contre l'invasion arabe leurs arbres et leurs traditions d'arboriculture. Combien ces choses-là, une fois détruites, sont lentes à reconstituer, la colonisation française l'a éprouvé partout.

1. *Bulletin Officiel de l'Algérie*, Année 1898, p. 273.

Elle l'éprouvera sans doute ici dans un délai plus ou moins bref. Le rattachement d'Aumale au réseau des voies ferrées¹, l'ouverture récente de la route entre Aumale et Berrouaghia ne peuvent pas manquer de produire quelques effets. Des initiatives individuelles apparaissent, encore bien sporadiques. Un moulin européen, mu au pétrole, s'est installé à Souagui, à côté du marché; il travaille exclusivement pour les indigènes, et il fait de bonnes affaires. On se l'explique aisément : il a pour auxiliaires tacites toutes les femmes du pays, condamnées à moudre chaque nuit la farine du lendemain. On saisit ici sur le fait l'évolution terriblement lente, mais réelle pourtant, dans la vie économique et par conséquent dans la mentalité berbère.

L'administration a créé un village de colonisation à Sour Djouab et lui a donné le nom de Masqueray; mais ses trois maisons ne font pas encore grand honneur à feu le distingué directeur de l'École supérieure des Lettres. On annonce la création d'autres villages.

É.-F. GAUTIER,

Chargé d'un cours de Géographie
à l'Université d'Alger.

1. Voir ci-dessous, p. 231.

SAHARA ALGÉRIEN ET SAHARA SOUDANAIS

É.-F. GAUTIER et R. CHUDEAU, *Missions au Sahara. — Tome I. Sahara algérien*, par É.-F. GAUTIER, Chargé de Cours à l'École supérieure des Lettres d'Alger. In-8, x + 371 p.; 61 fig. cartes, coupes et dessins; 96 phot. en 52 pl.; 4 pl. cartes. — *Tome II. Sahara soudanais*, par R. CHUDEAU, Chargé de mission en Afrique Occidentale Française. In-8, [iv] + iv + 326 p.; 80 fig. cartes, coupes et dessins; 74 phot. en 38 pl.; 3 pl. coupes et cartes. Paris, Librairie Armand Colin, 1908 et 1909. Chaque vol. : 45 fr.

En 1893, M^r Schirmer, dans un livre qui a fait époque ¹, présentait un magistral tableau d'ensemble du Sahara et de ce qu'on en pouvait connaître. Combien la science a progressé depuis lors, c'est ce que montre l'important ouvrage de MM^{rs} Gautier et Chudeau. Sur des contrées où M^r Schirmer n'avait à sa disposition que des documents aussi médiocres que le voyage de Rohlfs au Tonat, aussi anciens que les textes des géographes arabes, aussi incertains que la carte du Sahara central tracée sur le sable pour Duveyrier par le cheikh Othman, nous avons aujourd'hui des renseignements de première main et de premier ordre. Dès 1900, M^r G.-B.-M. Flamand faisait les premières constatations scientifiques sur la structure du Tidikelt ². Bientôt après paraissaient les documents de la Mission Foureau-Lamy ³. Puis le Sahara central et méridional était pénétré, et la grande solution de continuité entre nos possessions de l'Afrique du Nord et nos possessions du Soudan comblée. Les officiers des Oasis et de l'Afrique Occidentale dressaient l'inventaire du Sahara. Les nombreux itinéraires levés et publiés depuis 1902 aboutissaient à des cartes d'ensemble, telles que celle de l'Extrême-Sud algérien, du capitaine Prudhomme, à 1 : 800 000 (1904); celle des Oasis sahariennes, du lieutenant Nieger, à 1 : 250 000 (1904); celle, encore inédite, du Sahara méridional, du capitaine Cortier, à 1 : 1 000 000 ⁴. Ces travaux cartographiques, ainsi que les rapports des officiers, ont été mis à profit par MM^{rs} Gautier et Chudeau, auxquels la protection des Compagnies sahariennes a permis, d'autre part, de circuler en toute sécurité. Aux matériaux antérieurement préparés ils en ont ajouté beaucoup d'autres et en ont dégagé

1. HENRI SCHIRMER, *Le Sahara*, Paris, 1893. (Voir *Annales de Géographie*, III, 1893-1894, p. 99-100).

2. Voir XII^e *Bibliographie 1902*, n° 730.

3. Voir XV^e *Bibliographie 1905*, n° 829.

4. *Missions au Sahara*, II, p. 306. — Pour les cartes du capitaine PRUDHOMME et du lieutenant NIEGER, voir XIV^e *Bibliographie 1904*, n°s 781 A et 784.

la synthèse. Ils ont donné, en effet, non un compte rendu de voyage, mais un exposé d'ensemble des résultats obtenus. Cette méthode a, sans doute, ses dangers : l'état encore lacunaire de nos connaissances a obligé MM^{rs} Gautier et Chudeau à systématiser à l'extrême les faits connus; cependant, nous pensons avec eux que cette méthode a l'avantage de poser nettement les problèmes, et que leurs exagérations, s'il s'en rencontre, serviront utilement la science.

M^r Gautier, en 1902, faisait un premier voyage au Gourara par l'Oued Saoura; en 1903, il allait à In Zize, par In Salah; de décembre 1904 à septembre 1905, il allait de In Zize à Gao et Tombouctou. M^r Chudeau le rejoignait à Taourirt en mai 1905, traversait le Sahara par le Hoggar, l'Air, Zinder, et, après avoir poussé jusqu'au Tchad, rentrait en Europe à la fin de 1906¹. Les hasards de leurs itinéraires leur ont donc imposé la division qu'ils ont adoptée. Le premier volume de l'ouvrage, dû à M^r Gautier, est consacré au Sahara algérien; le second, sous la signature de M^r Chudeau, traite du Sahara méridional. Cette division s'est trouvée partiellement justifiée, au point de vue de la géographie physique et même au point de vue humain.

Il n'est pas facile d'analyser en quelques pages ces deux volumes, si riches en documents de toutes sortes et sur les sujets les plus divers : géographie physique, hydrographie, climatologie, botanique, ethnographie préhistorique, conditions actuelles des populations. Nous nous bornerons donc à quelques points essentiels. Notre tâche sera, d'ailleurs, facilitée par ce fait que les lecteurs des *Annales* ont eu la primeur des conclusions de MM^{rs} Gautier et Chudeau².

I

Au Sud de l'Atlas algérien³, s'étendent deux grands bassins quaternaires : celui de l'Igharghar à l'Est, celui de la Zousfana-Saoura à l'Ouest, séparés l'un de l'autre par l'isthme crétacé du Mzab, d'El Goléa et du Tademaït. Le bassin de l'Igharghar est bien et assez

1. De janvier à mai 1908, M^r CHUDEAU allait de Saint-Louis à Port-Etienne, en compagnie de M^r GRUVEL. — Voir : A. GRUVEL et R. CHUDEAU, *A travers la Mauritanie occidentale (de Saint-Louis à Port-Etienne). Volume premier. Partie générale et économique*, Paris, E. Larose, 1909. L'ouvrage sera complet en deux tomes; le tome II (*Partie scientifique*) est sous presse. — Voir deux notes de A. GRUVEL et R. CHUDEAU, dans *La Géographie*, XX, 1909, p. 1-24; fig. 1-9; carte à 1 : 500 000, pl. 1.

2. E.-F. GAUTIER, *Sahara Oranais (Annales de Géographie*, XII, 1903, p. 235-259; esquisse géol. à 1 : 2 000 000, pl. IV); — Id., *Études sahariennes (ibid.*, XVI, 1907, p. 46-69, 117-138; carte-itinéraire à 1 : 1 000 000, pl. I); — R. CHUDEAU, *Études sur le Sahara et le Soudan (ibid.*, XVII, 1908, p. 34-53; carte à 1 : 10 000 000, pl. I).

3. Pour toute la lecture de cet article, on pourra se reporter à l'*Esquisse hypsométrique du Sahara occidental et central et de sa bordure soudanaise*, par RENÉ CHUDEAU, à 1 : 10 000 000, parue dans les *Annales de Géographie*, XVII, 1908, pl. I, et reproduite au tome II de l'ouvrage analysé ici.

anciennement connu; restait à faire connaître le bassin occidental : c'est à quoi s'est particulièrement consacré M^r Gautier. De Figuig au Tidikelt, en passant par le Gourara et le Touat, s'étend une ligne d'oasis à peu près continue, longue de 800 km. et large à peine de quelques centaines de mètres. Cette « rue de palmiers », trait tout à fait extraordinaire de la géographie saharienne, jalonne, à l'Ouest et au Sud, la limite des terrains primaires et des terrains plus récents (crétacés marins et tertiaires continentaux)¹. Cette limite géologique est un lieu d'habitation humaine, parce que c'est une ligne de sources, suivant laquelle affleure la nappe souterraine. Ces conditions générales se retrouvent avec des nuances dans les diverses régions entre lesquelles se subdivise le bassin : le Gourara est la bordure septentrionale du Tademaït; le Touat, sa bordure occidentale; le Tidikelt, sa bordure méridionale.

Tandis qu'Ouargla et l'Oued Rir sont des pays de puits artésiens, les oasis de l'Ouest se distinguent de toutes les autres par l'extraordinaire développement de leurs « foggaras », qui sont tout simplement des canaux souterrains de captage et d'adduction. M^r Gautier indique très bien la cause de cette différence dans le mode d'alimentation². Ce que les foggaras des oasis ont de particulier, c'est leur immense développement (2 000 km. au moins, au Touat seulement), qui semble porter témoignage de l'assèchement graduel du pays³.

Au point de vue tectonique, la pénéplaine primaire appartient à la zone des plissements hercyniens. M^r Flamand, au Sahara, MM^{rs} Th. Fischer, Brives, Lemoine et Gentil, au Maroc, ont signalé des plissements de cet âge, et M^r Haug en a esquissé la synthèse⁴. M^r Gautier a décrit ces plissements depuis le Tidikelt jusqu'au Béchar, et la carte très intéressante qu'il en donne⁵ permet de suivre la virgation de la chaîne. Franchement N-S au Tidikelt, la direction des plis s'infléchit progressivement jusqu'à NW-SE d'un côté, tandis que, de l'autre, on voit apparaître, par rebroussement, la direction NE-SW (Timmimoun, Zousfana); à partir du Gourara, la structure est en éventail. Dans la région de la Zousfana⁶, il y a contact direct et pénétration

1. Voir, dans *Missions au Sahara*, I, la carte col. hors texte : *Esquisse géologique d'une partie de l'Extrême-Sud-Algérien...* par E.-F. GAUTIER, à 1 : 1 000 000.

2. *Ibid.*, p. 242 et suiv., fig. 51. — A noter que la distinction n'est pas absolue; il y a quelques foggaras dans l'Est, quelques puits artésiens dans l'Ouest.

3. M^r GAUTIER insiste, avec raison, sur le grand mouvement d'islamisation de l'Afrique du Nord au XVI^e siècle, mouvement sur lequel M^r RENÉ BASSET avait déjà attiré l'attention. Il ne distingue pas assez entre l'action civilisatrice des Andalous et l'action, plutôt régressive, des marabouts et *mouljahidin* (combattants de la guerre sainte) marocains et sahariens.

4. *Documents scientifiques de la Mission saharienne, Mission Foureau-Lamy*, Paris, 1905, II, p. 825 et suiv.

5. *Missions au Sahara*, I, p. 241, fig. 50.

6. L'interprétation que donne M^r GAUTIER de la région de la Zousfana diffère de celle qu'il avait donnée jadis (*Annales de Géographie*, XII, 1903, p. 236 et suiv.)

réci-proque des plis hercyniens et atlantiques, comme dans l'Atlas marocain et sur quelques points en Algérie¹. La direction des plis primaires s'est imposée à beaucoup de failles et de plis posthumes tertiaires. C'est ainsi que chaque oasis du Tidikelt aligne ses palmiers au pied de la cuvette synclinale dont le grand axe court N-S. Tandis que les palmeraies du Gourara et du Touat s'étendent bout à bout, en formation linéaire, celles du Tidikelt sont parallèles l'une à l'autre, en colonne de compagnie.

Au delà du Tidikelt, on arrive à l'auréole de grès dévoniens qui entoure, au Nord, le massif central touareg et s'étire d'Ouest en Est, sur 12 degrés de longitude, embrassant le Mouïdir-Ahnet et le Tassili des Azdjer. Cette auréole joue, au Sahara, un rôle tout à fait considérable au point de vue humain; ces plateaux gréseux sont relativement riches en eau, sous forme d'« aguelman », ou de mares, et ils ont incontestablement un caractère désertique moins accusé que les plateaux crétacés du Mzab et du Tademaït.

La majeure partie du Sahara central est formée de terrains anciens, le plus souvent cristallins; les deux formations qui y dominent, Archéen et Silurien, sont imperméables; elles correspondent, en général, à des régions particulièrement désolées et stériles, les « tiniri » et les « tanezrouft », déserts d'intensité maxima, où l'eau manque d'une façon absolue². Au reste, M^r Chudeau le dit expressément³ (et peut-être aurait-il pu y insister davantage), dans la pénéplaine cristalline qui forme le Sahara central, les régions naturelles sont caractérisées beaucoup plus par leur altitude que par la nature de leur sol. Les tanezrouft sont les régions du Sahara qui ne sont jamais, ou presque jamais, atteintes ni par les pluies méditerranéennes de l'Afrique du Nord, ni par les pluies tropicales du Soudan.

Aussi les massifs montagneux forment-ils, au Sahara, des districts moins stériles. Au Centre, l'Ahaggar⁴ doit à ses montagnes, dont quelques-unes dépassent 2 000 m., de recevoir accidentellement des pluies en toutes saisons; l'eau courante y existe, comme on l'avait dit à Duvéryrier; les villages de culture, les « arerem », où l'on fait pousser quelques céréales, sont peu importants, mais donnent, cependant, à l'Ahaggar un cachet particulier. L'Adrar des Iforass (1 000 m.) et l'Air (1 700 m.) sont aux confins de la zone des pluies tropicales;

et aussi quelque peu de celle du l^r H. POIRMEUR : *Essai de carte géologique de la région Guir-Zousfana (Sud-Oranais)* (Bull. Soc. Géol. de Fr., IV^e sér., VI, 1906, p. 724-728; carte géol. à 1 : 1 000 000, pl. xxvi).

1. É.-F. GAUTIER, *La Meseta sud-oranaise* (Annales de Géographie, XVIII, 1909, p. 334 et suiv.).

2. Voir la carte dans les *Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 44, reproduite dans l'ouvrage analysé ici, II, p. 21, fig. 14.

3. *Missions au Sahara*, II, p. 20.

4. Voir le schéma dans *Missions au Sahara*, II, p. 30, fig. 16.

leur relief est assez élevé pour que quelques tornades y éclatent régulièrement chaque année, pendant l'hivernage; les pâturages de l'Adrar des Iforass sont permanents, et les habitants presque sédentaires; dans l'Aïr, qui a une assez grande analogie avec l'Adrar des Iforass, des accidents volcaniques sont venus se greffer sur la pénéplaine; ces pays, qui, par leur latitude, devraient être des tanezrouft, forment, grâce à leur altitude, des sortes de péninsules de la zone sahélienne, à laquelle ils appartiennent par leur climat et leur végétation.

La Mauritanie est constituée par un golfe quaternaire, peut-être en partie pliocène, que limitent, au Nord et à l'Est, quelques massifs anciens: le Tiris, l'Adrar Tmar et le Tagant; ces massifs se rattachent à la pénéplaine du Sahara central, qui se continue jusqu'à l'Ahaggar. L'Adrar mauritanien est constitué par un plateau de grès dévoniens, dernier témoin, vers l'Ouest, des Tassili du pays touareg.

Les terrains cristallins du Sahara central et occidental ont été énergiquement plissés avant le dépôt des grès dévoniens. Ils formaient, à cette époque reculée, un massif montagneux, qui, par son âge, se rapproche de celui dont les débris se retrouvent en Scandinavie et en Écosse, et que, pour cette raison, on appelle la chaîne calédonienne. Cependant, il y a peut-être quelque inconvénient à donner un même nom, d'origine géographique, à des plissements aussi éloignés les uns des autres que ceux de l'Écosse et du Sahara; rien ne prouve jusqu'à présent qu'ils se raccordent, ni qu'ils soient rigoureusement du même âge; il est donc préférable d'employer, pour les plissements africains, le terme de Saharides proposé par Ed. Suess, qui a l'avantage de ne rien préjuger¹.

En Europe, la chaîne calédonienne et la chaîne hercynienne accusent un certain parallélisme qui ne se retrouve pas au Sahara, où il y a, comme l'a fait remarquer M^r Haug², croisement plutôt que juxtaposition des plis antédévoïens et des plis carbonifères. Les Saharides ont, en général, une orientation N-S, une direction sub-méridienne; cependant, au voisinage du Niger, les axes des plis font un angle de plus en plus grand avec le méridien: l'Atacora, la bande de Tosaye, les schistes du Bakoy affleurent suivant des lignes dirigées à peu près NE-SW³. Il y a donc trace d'un rebroussement des plis, qui coïncide justement avec la zone parallèle à l'Équateur que devaient envahir plus tard les mers du Crétacé et du Tertiaire.

Entre les pénéplaines cristallines du Sahara central et celles du Soudan occidental se trouvent les hautes plaines qui se développent sans interruption notable depuis Koulikoro jusqu'au voisinage de

1. Voir, *Annales de Géographie*, XIX, 15 mars 1910, p. 100 et suiv.

2. *Documents scientifiques de la Mission saharienne...*, II, p. 831.

3. Voir, dans *Missions au Sahara*, II, la carte col. hors texte: *Esquisse géologique du Sahara central et de sa bordure soudanaise*, par RENÉ CUCUDEAC, à 1 : 5 000 000.

l'Ouadaï. La fréquence des terrains anciens en Afrique avait fait croire longtemps que, depuis les temps primaires, la mer avait définitivement abandonné ce continent. On sait maintenant qu'il n'en est rien. A la fin des temps secondaires, un affaissement s'est produit, permettant à la mer d'envahir l'Afrique centrale et d'y laisser des traces incontestables du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur. Ces assises plus jeunes, restées horizontales, caractérisent les hautes plaines voisines du Soudan. Entre l'Aïr et Zinder, le Tegema forme une région bien nette, constituée par des grès et des argiles attribués au Crétacé inférieur; entre Zinder et la coupure du Niger à Tosaye, la région des Dallols et le bassin d'Ansongo forment un groupe dont le caractère commun est d'être recouvert d'un manteau d'argiles, de grès et de calcaires éocènes; enfin, à l'Ouest de Tosaye, le bassin de Tombouctou est caractérisé par des formations quaternaires¹.

Dans toute cette zone des hautes plaines sédimentaires, vit une population assez nombreuse, malgré les ravages qu'y a faits, jusqu'à ces dernières années, la traite des esclaves. Presque partout, deux civilisations coexistent : des villages, habités par des populations noires, vivent surtout de la culture; entre les villages, nomadisent des pasteurs, sans liens anthropologiques ou ethniques avec les sédentaires. Dans leurs parties septentrionales, les plus proches du désert, ces hautes plaines se prêtent mal à la vie des hommes; à mesure que l'on va vers le Sud, l'eau devient moins rare et la vie plus aisée.

M^r Chudeau a excellemment mis en lumière les caractères de la végétation dans cette zone sahélienne qui précède le Soudan. Le chapitre consacré à la géographie botanique², admirablement illustré, est, d'ailleurs, le plus remarquable et le plus neuf de ces deux volumes; il y a là des pages qu'aucun géographe ne saurait se dispenser de lire. La zone sahélienne est la bordure méridionale du désert; sa limite Nord, qui s'avance jusqu'au cap Mirik sur la côte, est ensuite voisine du 18^e parallèle et s'abaisse, dans la région du Tchad, vers le 15^e; mais elle est loin d'être rectiligne et présente vers le Nord des crochets, dont deux correspondent à l'Adrar des Iforass et à l'Aïr. Cette zone est assez homogène; ce qui y domine, et de beaucoup, c'est la brousse à Mimosées relativement claire, haute parfois de 3 à 4 m., variété de la forêt, mieux armée contre la sécheresse que la prairie ou la steppe. La savane ne s'y rencontre qu'accidentellement dans de larges vallées où les alluvions restent toujours humides.

Si la zone sahélienne forme, comme Barth l'a indiqué autrefois, la transition entre le Sahara et le Soudan, il serait peut-être exagéré d'en conclure que la limite du Sahara doit être reportée de plusieurs

1. *Missions au Sahara*, II, p. 75 et suiv. — Voir aussi la carte hors texte signalée ci-dessus, p. 264, note 3.

2. *Ibid.*, chap. IV, p. 142 et suiv. — Voir la carte, p. 143, fig. 58.

degrès vers le Nord. Tout dépend, évidemment, de la définition qu'on donne du Sahara; si c'est la zone où n'atteignent pas les pluies tropicales régulières, la zone sahélienne n'en fait pas partie; si, au contraire, comme nous le pensons, le Sahara est la zone où la culture n'est pas possible sans irrigation, en dehors de quelques points privilégiés, la limite est vers le 15° ou 14° parallèle. C'est sur cette dernière notion qu'il faut, croyons-nous, insister de préférence, de peur que les Sahariens en chambre ne tirent du livre de M^r Chudeau des conclusions qui ne sont nullement dans la pensée de l'auteur. De même, pour le commerce transsaharien, les conclusions de M^r Chudeau, si elles sont présentées dans une forme un peu plus optimiste que celles de MM^{rs} Schirmer et Foureau, sont pour le fond absolument identiques : le commerce transsaharien est évalué à 3 millions et suffirait à peine « à assurer chaque année la charge d'un train de marchandises »¹.

II

La partie de l'ouvrage qui concerne l'hydrographie ancienne et les changements de climat est une des plus curieuses et des plus intéressantes, mais nous voudrions présenter ici aux auteurs quelques objections.

On sait que M^r Gautier s'est efforcé de reconstituer le tracé et le réseau quaternaires de l'Oued Messaoud, continuation de la Saoura, aujourd'hui à demi enfoui sous les dunes. D'après lui, l'O. Messaoud allait finir jadis à la cuvette de Taoudeni, dans le Djouf, qui aurait joué le même rôle que le Melrir tunisien pour l'Igharghar. D'autre part, le coude du Niger, d'un dessin si particulier, semble résulter d'une capture récente. Autrefois, le Niger coulait au Nord et se déversait aussi dans le Djouf, qui aurait été le réceptacle de toutes les eaux descendues aussi bien de l'Atlas que du Fouta Djalon². Un cours d'eau descendu de l'Ahaggar, probablement le Talfassasset, se confondait avec ce qui est aujourd'hui le Bas Niger³ : il aurait capturé les eaux d'abord du bassin d'Ansongo, puis du bassin de Tombouctou. Une capture analogue est, comme on sait, en voie de se produire dans la région du Tchad : par le Toubouri, une partie des eaux du Logone, le principal affluent du Chari, s'écoule parfois par la Bénoué et gagne ainsi l'Atlantique⁴. Nous saisissons ainsi sur le fait l'impuissance des bassins fermés à se défendre longtemps contre les phénomènes de capture. « Comme agents du modelé, les bassins fermés sont des outils médiocres; ils ne peuvent subsister que dans

1. *Missions au Sahara*, II, p. 296.

2. *Ibid.*, I, p. 57.

3. *Ibid.*, II, p. 220 et suiv.

4. *Ibid.*, II, p. 240 et suiv.

les régions où les pluies sont rares, et à cette cause d'infériorité manifeste, ils ajoutent encore leurs propres effets...; dans un bassin fermé..., toutes les fois qu'un fleuve travaille, il surélève lui-même son niveau de base aux dépens des matériaux qu'il a arrachés aux parties hautes de son bassin, deux actions dont les effets s'additionnent pour diminuer la pente du fleuve et restreindre sa puissance »¹.

En ce qui concerne l'Igharghar et la Saoura, il est même inutile de faire intervenir des phénomènes de capture; ils ont tout simplement succombé, comme l'a montré M^r Gautier, dans leur lutte contre l'ensablement. Il a parfaitement décrit la « lutte acharnée et heurieuse » que soutient le sable « contre l'oued où roulent les grandes crues intermittentes, venues des montagnes lointaines », les « points faibles où se livrent les batailles décisives..., où la chasse d'eau n'est plus assez forte pour lutter victorieusement; l'amoncellement du sable y crée des zones d'épandage où la crue s'étale, s'éparpille et s'arrête. Toute la portion aval du fleuve est ainsi condamnée à mort »². Les phénomènes d'obstruction mécanique des réseaux hydrographiques dans les déserts avaient déjà été exposés par A. de Lapparent³, et M^r Schirmer voyait dans le Sahara une région en travail de mort, s'ensevelissant sous ses propres ruines. Mais M^r Gautier a apporté des faits nouveaux et donné à la théorie une ampleur qui lui appartient en propre.

Ces changements hydrographiques sont-ils vraiment aussi récents que le prétendent MM^{rs} Gautier et Chudeau? M^r Gautier sait avec quelle prudence il convient d'utiliser les légendes indigènes, il l'indique même avec beaucoup de finesse⁴. Pourquoi alors en faire état pour supposer l'existence au Touat, à une époque rapprochée de nous, de véritables rivières où l'on allait en barque? Pourquoi insister sur un nom comme Hassi Rezegallah, comme si tous les puits n'étaient pas des « présents de Dieu » dans les régions désertiques? Et qu'est-ce qui permet de croire que, jusqu'à une époque récente, historique, le Niger se déversait dans le Djouf, que le dessèchement du pays serait d'hier et que les Nasamons d'Hérodote ont dû se tromper en voyant le fleuve couler d'Ouest en Est⁵?

Il est, en tout cas, une des hypothèses hydrographiques de nos auteurs à laquelle il faut renoncer : c'est celle de l'existence d'une mer quaternaire dans la région de Tombouctou, qui, suivant eux, paraissait « bien établie »⁶. On se fondait sur la présence de coquilles marines, les Marginelles, signalées par M^r Aug. Chevalier et pour

1. *Missions au Sahara*, II, p. 231.

2. *Ibid.*, I, p. 34.

3. A. DE LAPPARENT, *Dépressions et déserts* (*Annales de Géographie*, V, 1895-1896, p. 1-14 (notamment p. 8-9).

4. *Missions au Sahara*, I, p. 39.

5. *Ibid.*, II, p. 229.

6. *Ibid.*, II, p. 226; I, p. 57.

lesquelles on se refusait à admettre un transport accidentel. M^r Chudeau a loyalement reconnu son erreur¹ : on ne trouve dans les carrières et les puits des environs de Tombouctou que des Mollusques d'eau douce ; les Marginelles ont servi de monnaie et ont été apportées du Sahel par les Maures ; à l'arrivée des vrais Cauries (*Cypræa*), le chef de la ville a donné ordre d'enfouir les Marginelles, ce qui expliquerait qu'on les trouve parfois dans les carrières.

En ce qui concerne la formation des dunes, M^r Gautier, observant la répartition des ergs, se demande si ces ergs ne sont pas en relation directe avec les dépôts d'alluvions quaternaires ; le rôle des eaux courantes serait plus considérable, et le rôle du vent plus effacé qu'on ne l'avait dit : le vent se serait borné à transposer les alluvions fluviales en alluvions éoliennes, la dune se substituant directement à l'alluvion quaternaire. Cette théorie a déjà été formulée par A. Pomel et par G. Rolland², mais, moins absolus, ils admettaient que les dunes n'avaient pas exclusivement cette origine. Il paraît difficile de nier que les agents atmosphériques puissent, surtout dans un climat sec, sans intervention de l'eau courante, transformer des grès en sables. L'emplacement même du cordon de dunes qui s'étend à la bordure de l'Atlas saharien, d'Aïn Sefra à Bou Saada, en avant de la zone des grès albiens, ne se prête guère à l'hypothèse d'un cours d'eau quaternaire coulant parallèlement à l'Atlas, et dont il n'y a pas trace. Même les dunes en formation de Mostaganem, dans un pays beaucoup plus humide, sont formées par le vent aux dépens d'un sol grésosableux ameubli par la culture ; aucun cours d'eau n'intervient. Enfin, l'explication de M^r Gautier ne paraît pas valable pour les immenses étendues de dunes du désert libyque.

Un des faits les plus nouveaux et les plus curieux constaté par MM^{rs} Gautier et Chudeau, c'est l'absence à peu près complète, dans tout le Sahara central et méridional, de ces grands atterrissements mio-pliocènes qui couvrent le Sahara septentrional au pied de l'Atlas. En même temps, au lieu des grands réseaux fluviaux du Nord, si profondément burinés, on trouve, notamment dans l'Adrar des Iforass, des oueds sans berges et sans rives, démesurément larges, des rivières cheminant à peine et s'étalant en nappes d'inondation très minces, presque pelliculaires³. Enfin, les dunes qu'on rencontre au

1. R. CHUDEAU. *Non existence probable de la mer de Tombouctou* (C. r. sommaire des séances Soc. Géol. de Fr., 22 nov. 1909, p. 149-150).

2. « Une première préparation par l'eau a donné les alluvions sableuses ; seconde, par l'air, donne les dunes. » (G. ROLLAND, *Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'océan Atlantique à la mer Rouge*, dans *Documents relatifs à la Mission dirigée au Sud de l'Algérie*, par M. A. CHOISY. *Texte*, Premier volume, Paris, 1890, p. 329.) — Voir également : A. POMEL, *Le Sahara*, Alger, 1872, *passim*.

3. *Missions au Sahara*, II, p. 50, 253.

Sahara méridional, d'ailleurs assez peu élevées, sont des dunes en quelque sorte fossiles, des ergs morts. Peut-être suffirait-il, pour expliquer cet aplatissement des dunes de la zone sahélienne, d'invoquer la plus grande régularité des pluies et la plus grande abondance de la végétation, qui les fixerait à mesure qu'elles se forment, comme on l'observe, par exemple, au Maroc, dans la région de Mogador. Mais, si l'on rapproche ces dunes fossiles du réseau hydrographique, provisoire et inachevé, on est tenté de croire, avec M^r Chudeau, que le désert, autrefois plus étendu vers le Sud, a perdu du terrain de ce côté; le Soudan tendrait à empiéter sur le Sahara, pendant que le Sahara empiéterait sur la Berbérie. Il n'y aurait pas eu changement notable dans les dimensions du désert, mais simple migration : le Sahara se serait ainsi déplacé vers le Nord.

MM^{rs} Gautier et Chudeau, qui admettent si volontiers de grands et récents changements hydrographiques, répugnent, au contraire, singulièrement à admettre des changements de climat : « Quand nous nous trouvons, dit M^r Gautier, en présence de témoignages qui semblent indiquer un progrès récent et considérable du désert, il est difficile d'invoquer une péjoration du climat; mais il est certainement permis de supposer un processus mécanique, et non pas climatique de dessèchement »¹. Il n'est pas interdit non plus de croire à la collaboration des deux actions. L'étude ethnographique conduit pareillement M^r Gautier à déclarer la modification des conditions d'habitabilité tout à fait indépendante du climat².

Nous croyons pourtant que l'expression a dépassé sa pensée lorsqu'il dit que « le Sahara quaternaire fut plutôt une steppe qu'un pays franchement humide »³. Comment expliquer, avec un climat sec ou même steppien, ces atterrissements dont l'immensité, comme dit A. Pomel, confond l'imagination? Puisque leur absence dans le Sahara méridional amène nos auteurs à conclure que c'est un pays sec qui devient humide, il semble difficile d'échapper dans le Nord à la conclusion inverse : c'est un pays humide qui est devenu sec. Il faut en revenir à la méthode de Pomel, qui reconstituait les diverses phases climatiques du sol barbaresque d'après la succession des atterrissements et des « carapaces calcaires ». Les atterrissements sahariens témoignent d'une ou de plusieurs périodes « pluviales », tout au moins dans le Sahara septentrional, aussi intenses dans leur genre et probablement contemporaines des périodes « glaciaires » de l'Europe.

Quant à l'époque historique, s'il n'y a pas, comme le dit M^r Gautier, de preuve d'un changement de climat dans les pays méditerranéens,

1. *Missions au Sahara*, I, p. 58.

2. *Ibid.*, p. 136.

3. *Ibid.*, p. 20.

il y en a cependant de nombreux indices. Nous croyons qu'il est possible d'admettre : 1° des oscillations séculaires dans la quantité des pluies, qu'enregistre par exemple un grand pluviomètre comme le Tehad, et qui correspondent assez bien aux périodes de Brückner; 2° un déplacement de la zone des pluies vers le Nord; 3° une diminution *générale* dans la quantité des pluies à l'époque historique au Sahara, soit par les progrès de l'évaporation, comme l'explique M^r Schirmer, soit pour toute autre cause; 4° une ou plusieurs phases très humides et véritablement pluviales à l'époque quaternaire : le tout sans préjudice des phénomènes d'obstruction mécanique des cours d'eau, causés par l'absence de niveau de base fixe, jointe à la masse des matériaux roulés et à la faiblesse des quantités d'eau.

L'opinion en vogue, qui consiste à contester ou à nier les changements de climat, n'a-t-elle pas quelque chose d'excessif? Alors qu'on a introduit la notion d'évolution dans l'étude des réseaux hydrographiques et du relief même du sol, on se refuse à l'admettre en ce qui concerne les mouvements de l'atmosphère, l'élément incertain et mobile par excellence.

Ces quelques réserves n'ont d'autre objet que de montrer tout l'intérêt que nous avons pris à la lecture de l'ouvrage de MM^{rs} Gautier et Chudeau. Nous nous sommes volontairement borné à certains points qui, à nos yeux, prétaient à la controverse. On voudra bien sous-entendre les éloges, qu'aucun lecteur ne ménagera à un ouvrage aussi capital et d'un si puissant attrait.

L'analyse ne peut non plus donner une idée de l'exécution matérielle véritablement parfaite de ces volumes, qui fait autant d'honneur aux éditeurs qu'aux auteurs. Sans parler des figures et des cartes, les phototypies, très nombreuses, très caractéristiques et tout à fait géographiques, soulignent très heureusement le texte et y ajoutent un agrément que n'ont évidemment connu ni Barth ni Duveyrier.

AUGUSTIN BERNARD.

III. — NOTES ET CORRESPONDANCE

L'ACCROISSEMENT DU PORT DE ROUEN¹

Le trafic du port de Rouen a suivi, depuis 1875, une courbe ascensionnelle à peu près constante. De 1895 à 1903, l'augmentation annuelle a été de 111 000 t. environ. En 1906 se produisit un accroissement brusque de 1 million de t., dû principalement aux importations de houilles étrangères favorisées par la catastrophe de Courrières et les grèves du Nord. Pour le poids des marchandises, Rouen passa du cinquième au deuxième rang des ports français. Cette prospérité continua les années suivantes. Le tonnage effectif était de 2 789 000 t. en 1875; il atteignit 4 100 000 t. en 1908.

La fortune rapide du port est due, pour une faible partie, à l'extension de l'industrie locale, qui ne peut recevoir ses matières premières que par mer (raffineries de pétrole, conditionnement des vins, usines de produits chimiques, papeterie, distribution d'énergie électrique), mais surtout à l'importance du transit avec la région parisienne (houilles, vins, bois, essences). Le caractère général et la permanence des causes qui ont assuré cette progression permettent d'affirmer qu'elle se poursuivra longtemps encore, en admettant que les difficultés d'accès ou l'aménagement des bassins ne constituent pas un obstacle à son développement. Les derniers travaux entrepris dans l'estuaire et dans le chenal répondront aux exigences de la navigation. Par contre, on peut redouter que la capacité et la profondeur du port ne soient plus en rapport avec les progrès du commerce maritime.

Actuellement, le pied des quais atteint, sous les basses mers de morte eau ordinaire, la cote de 6^m,50. Cette profondeur, suffisante en 1875, quand la calaison des cargo-boats ne dépassait pas 5 m., est dangereuse pour les navires modernes, dont le tirant d'eau est au moins de 7^m,50. A marée basse, ils sont obligés de poser. L'échouage, toujours craint des capitaines, est particulièrement redoutable à Rouen. Le mascaret s'y fait d'autant plus vivement sentir qu'il y a moins d'eau sous la quille du bâtiment. Pour parer à cette difficulté, les ingénieurs se proposent de draguer le fond jusqu'à 3 m. au-dessous du zéro des cartes marines. Cette opération donnera une profondeur de 12 m. au-dessous du niveau des quais et un mouillage minimum de 7^m,50 aux plus basses eaux connues. Le bassin aux pétroles, où

1. Pour compléter ces notes, on consultera utilement : CHAMBRE DES DÉPUTÉS, *Projet relatif à l'acquisition des prairies Saint-Gervais pour l'extension du port de Rouen*, 23 décembre 1909, n° 2948. — CHAMBRE DE COMMERCE DE ROUEN, *Compte rendu des travaux pendant l'année 1908*, Rouen, Lecerf, 1909. — L. SEKUTOWICZ, *La Seine Maritime*, Paris, Publications du Journal *Le Génie civil*, 1903 (voir XIII^e Bibliographie 1903, n° 303). — BABIN ET COBLENTZ, *Notice sur le port de Rouen*, Rouen, Lazarus, 1908. — G. BLONDEL, *Le port de Rouen*, extr. de la *Rev. des Quest. sc.*, octobre 1909, Louvain, Centerick, 1909. — A. FAROULT, *Amélioration et extension du réseau des voies navigables intérieures*, Rouen, Lecerf, 1909. — P. DE ROUSIERS, *Les grands ports de France*, Paris, Librairie Armand Colin, 1909.

arrivent les chargements les plus lourds (bâtiments de 6 000 t.), recevra les améliorations imposées par l'accroissement du trafic (50 000 t. en 1892, 250 000 t. en 1908). Le plafond sera abaissé de 1 m., et l'anse d'aval sera fermée à la propagation si dangereuse des courants. Pour obtenir ce résultat, les berges à terre coulante qui empêchent l'approfondissement du bassin seront remplacées par des perrés bétonnés. A l'aval du même bassin, on réservera la place pour les deux formes de radoub réclamées par la Compagnie transatlantique. Elles permettront d'achever sur place, et en eau calme, la superstructure des bâtiments commencés jusqu'ici sur les bords de la Seine, mais terminés, à cause du mascaret, dans les chantiers de la Loire.

Le problème de l'extension du port était plus difficile à résoudre. Si l'on ne tient pas compte du bassin aux pétroles (11 appontements), qui ne peut servir à la manutention de toutes les marchandises, et du bassin aux bois (8 appontements), dont l'aménagement ne peut recevoir qu'un tonnage restreint, on constate que les 4 198 mètres de quais actuels ont vu passer, en 1906 et 1907, 796 t. par mètre courant de quai. Les ingénieurs ont calculé que, par suite des marchandises encombrantes qui affluent sur le port de Rouen, et du fait qu'elles sont embarquées ou débarquées en grande partie sur des chalands amarrés le long des rives, le coefficient d'utilisation des quais ne devrait pas dépasser 600 t. par mètre linéaire. Deux des importations les plus importantes sont d'un maniement difficile. Sur les terrains de 60 m. de profondeur, les bois occupent une fois et demie la longueur équivalente à celle du navire qui les importe, et il faut compter huit jours pour les déchargements. Les vins exigent deux fois plus d'espace; les opérations du transitaire, de la régie, de la douane maintiennent les fûts sur les quais pendant dix jours après le débarquement. L'encombrement actuel occasionne parfois des difficultés insurmontables; il est arrivé que 67 navires se sont présentés en même temps pour effectuer leurs opérations, alors que 45 places seulement étaient disponibles. Les travaux du programme de 1903 et 1908, en cours d'achèvement, donneront 8 150 m. de quais. Le port possédera 80 places d'amarrage, pour un tonnage moyen de 693 t. par bâtiment, tandis qu'il y a 150 places à Anvers pour un tonnage de 1 280 t., 300 places à Hambourg pour un tonnage de 800 t. On calcule que les quais pourront répondre aux besoins d'un trafic de 4 800 000 t., qui sera atteint d'ici deux ans. Si l'on se fonde sur la moyenne d'accroissement annuel, il n'est pas téméraire de penser que, dans six ans, les aménagements en cours d'exécution seront insuffisants. On a dû songer aux agrandissements futurs.

Pour trouver la place nécessaire sur la rive gauche, il fallait descendre en aval au delà des habitations et des usines nouvellement construites, au delà des limites de la ville. La municipalité était hostile à ce projet, qui lui enlevait les taxes de navigation payées par les bâtiments déchargeant en dehors de sa zone et surtout qui serait cause de l'exode de la population ouvrière vers la banlieue. Sur la rive droite, on ne peut prolonger les quais le long du fleuve en raison de la faible largeur qui existe au pied de la falaise et des constructions nombreuses qui la bordent. Le projet actuel consiste à utiliser les prairies Saint-Gervais, au confluent de la Seine et de la rivière de Clères, sur la rive concave, par conséquent dans des eaux

naturellement profondes, au débouché d'une vallée très industrielle et qui a mérité, dès 1835, son surnom de « petite vallée de Manchester », au centre des affaires, sur des terrains à peu près libres de constructions. La municipalité a été longue, cependant, à accepter cette solution. Après s'être développée vers l'Est et dans la vallée de Darnétal, puis après avoir grimpé les côtes du Mont-aux-Malades et du Mont-Fortin, enfin après avoir conquis, jusqu'à la limite des forêts, les alluvions de la rive gauche, à Saint-Sever, la ville, dans ces dernières années, se porte vers l'Ouest. Elle craint de manquer de l'espace nécessaire pour les usines futures, qui ne tarderont pas à se heurter aux fabriques de Déville. Cependant, les ingénieurs de la navigation ont fait remarquer que le sol convoité pour les nouveaux bassins ne peut servir à l'édification des filatures, des teintureries et des tissages. Le vent d'Ouest rabattrait continuellement des fumées malsaines sur les habitations de la cité trop proche. Ce futur quartier est plutôt destiné au développement de l'industrie des bois, surtout à l'extension des ateliers pour le conditionnement et le coupage des vins. Ces opérations semblent quitter Alger, Narbonne et même Bercy, pour se fixer à Rouen. Les nouveaux bassins seraient réservés à ces marchandises encombrantes. L'accord est fait. Après l'exécution des travaux, le port maritime recevra, sur la rive gauche, les charbons et les pétroles; sur la rive droite, près des ponts, les marchandises de cabotage; dans les nouveaux bassins, les bois et les vins.

La plus grande partie de ce transit est destinée à l'amont. La fonction régionale du port de Rouen (83 p. 100) dépasse beaucoup son rôle industriel (17 p. 100) et absorbe entièrement son rôle commercial. Aussi le nouveau projet a-t-il pris ses dispositions pour placer, sans aucune gêne nouvelle, 150 chalands de plus dans le bassin actuel qui est déjà encombré avec 300 véhicules fluviaux. Cependant, il ne semble pas que le fleuve ait pris toute sa valeur, comme agent de transport, entre Paris et Rouen. Les grands chalands de 1000 t., fréquents sur le Rhin et même entre les ports de la Mer du Nord et de la Baltique, sont rares sur la Seine. Pour développer ce mouvement, une société vient de se fonder. Elle transitera avec les grands bateaux de Cardiff, Swansea, Newcastle et Rotterdam, sur Paris, directement, sans escale à Rouen. Les habitants y voient une menace pour la ville.

Cette crainte n'est pas justifiée. Presque toutes les cargaisons lourdes, avant de s'enfoncer à l'intérieur de la France, seront, comme avant, obligées de quitter à Rouen le navire de mer qui les importe. Enfin, l'unité de transport fluvial la plus faible est encore beaucoup trop forte pour la plupart des expéditions individuelles. Le wagon garde sa place à côté du chaland. Quel que soit le développement des ports fluviaux en amont, la situation régionale du port de Rouen semble assurée dans un avenir lointain. Au point de jonction de deux navigations, la fluviale et la maritime, la ville méritera longtemps encore le titre que lui donnait, en 1709, l'ingénieur DE FER, quand il en dessinait le plan : Rouen, capitale de Normandie, port de mer sur la rivière de Seine.

J. LEVAINVILLE.

LA MISSION PELLIOT EN ASIE CENTRALE

L'Asie Centrale est la première conquête de l'archéologie au ^{xx}^e siècle. En 1890, le capitaine BOWER avait acquis, à Koutcha, une collection d'écrits tracés sur feuilles de bouleau; M^r HÖRNLE, qui les déchiffra, y reconnut des textes sanscrits. Il était, dès lors, permis d'espérer que les monuments de la civilisation indienne au Turkestan, disparus de l'histoire depuis plus de mille ans, n'étaient pas encore irrémédiablement perdus. De nouvelles trouvailles (mss. Weber, Dutreuil de Rhins, Petrovski, Godfrey, Macartney) confirmèrent ces espérances.

En même temps, les explorations de SVEN HEDIN, des frères GROM-GRJMAILO, de DONNER et MUNCK, de KLEMENTZ, attestaient l'existence de « Pompéïs » hindoues-chinoises, ensevelies dans les sables de l'Asie Centrale. En 1900, le D^r M. A. STEIN inaugurerait, par une campagne mémorable, les excavations méthodiques; il reconnaissait en partie, jusqu'à Niya et Endéré, l'ancienne Route du Sud, qui menait de Khotan au Lob-nor, et rapportait au British Museum une magnifique collection d'antiquités : manuscrits, peintures, sculptures, monnaies, etc.¹. De 1902 à 1906, une expédition allemande, dirigée alternativement par GRÜNWEDEL et VON LE COQ², visitait minutieusement tous les sites anciens entre Koutcha et Tourfan; ses trouvailles, mises en œuvre presque aussitôt par des philologues hors de pair, s'imposaient à l'attention universelle par leur richesse et leur intérêt : Bouddhisme, Christianisme, Manichéisme avaient laissé dans ces sables et dans ces grottes d'authentiques et inappréciables reliques; le sanscrit, le chinois, le turc s'accroissaient d'une riche littérature; des langues nouvelles surgissaient, les unes déchiffrables (sogdien, tokhari), les autres énigmatiques. Et déjà les Russes organisaient plusieurs missions; le D^r STEIN préparait un nouveau voyage de circumambulation, qui devait le mener, par la Route du Sud, à la Chine propre, pour revenir dans l'Inde par la Route du Nord, la traversée du désert et les passes de Qaraqoroum³. Le comte OTANI amorçait, à Kachgar, une exploration japonaise, qu'il confiait ensuite à son secrétaire, M^r TACHIBANA. Tenue par ses traditions glorieuses d'orientalisme et par ses intérêts asiatiques, la France se devait de prendre part à cette exhumation d'un passé lointain.

On n'eut pas de peine à trouver l'homme nécessaire. M^r PAUL PELLIOT, professeur de Chinois à l'École Française d'Extrême-Orient (Hanoi), avait, tout jeune encore, donné des preuves éclatantes de solide érudition et de mâle énergie. Il accepta, et s'adjoignit deux collaborateurs : le D^r LOUIS VAILLANT, médecin de l'armée coloniale, chargé de la topographie, des observations astronomiques et des recherches d'histoire naturelle, et un photographe, M^r CHARLES NOUETTE⁴. Par le Transcaspien, Andidjan et Och,

1. Voir : *XVI^e Bibliographie 1907*, n° 56.

2. Voir : *Annales de Géographie*, XVI, 1907, p. 191; — *XVII^e Bibliographie 1907*, n° 35.

3. Voir : *Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 187 et suiv., 465 et suiv.; XVIII, 1909, p. 87 et suiv.; — *XVIII^e Bibliographie 1908*, n° 637.

4. Voir : *Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 181; XVI, 1907, p. 189; XVIII, 1909, p. 187. — M^r CH. NOUETTE vient de mourir, à l'âge de 42 ans.

la Mission gagna Kachgar, le 1^{er} septembre 1906. Le 7 juillet 1908, elle arrivait à Leang-tcheou du Kan-sou, d'où elle rejoignait Pékin par la route régulière, par Lan-tcheou, Si-ngan-fou, Ho-nan-fou et Tcheng-tcheou (station de la ligne Pékin—Han-keou).

De Kachgar à Leang-tcheou, la caravane avait avancé par étapes irrégulières, au hasard des rencontres, des sites et des fouilles. M^r PELLIOT avait élaboré, avant son départ, un programme de recherches autour de Koutchar (telle est la forme correcte qu'il convient de substituer à l'inexact Koutcha de nos cartes); mais les Allemands et les Russes l'y avaient devancé. La fortune lui réservait, en cours de route, une compensation : à mi-chemin entre les deux villes, près de la halte de Toumchouq, un peu au Nord-Est de Maralbachî, il découvrit et explora les restes d'un sanctuaire bouddhique, qui lui donnèrent une admirable collection de figurines, où la Grèce, l'Inde et la Chine ont marqué simultanément leur empreinte composite. Dans la région même de Koutchar, l'ancien sanctuaire de Douldour-âqour fournit un riche butin de manuscrits et d'œuvres d'art. Tandis que le D^r VAILLANT levait la carte de l'oasis de Koutchar, M^r PELLIOT réussissait à traverser le T'ien-chan, de Koutchar au Youldouz, par le Qalmâq-davan, où ses devanciers avaient échoué. Après Koutchar, la Mission traversa, sans s'y attarder, Ouroumtchi, Tourfan et Hami. Aux confins extrêmes du désert, près de Touen-houang, une découverte merveilleuse l'attendait. Les Grottes des Mille Bouddhas gardaient, depuis douze siècles, dans une mystérieuse cachette scellée et murée, une immense bibliothèque de textes sanscrits, chinois, tibétains, ouïgours. Secondé, cette fois encore, par la fortune, comme un homme qui sait la seconder lui-même, M^r PELLIOT pénétra dans la cachette, et, sur place, sans secours ni ressources d'aucune sorte, il procéda à un inventaire complet des documents chinois; il put ainsi adresser, de Touen-houang même, à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, un rapport sommaire, monument d'érudition et de perspicacité. Ce rapport a été imprimé dans le *Bulletin de l'École Française d'Extrême-Orient*¹.

La Mission PELLIOT avait à remplir, avant tout, un programme archéologique; elle l'a rempli brillamment. Mais la géographie, elle aussi, a gagné à ce voyage. Le D^r VAILLANT a levé un itinéraire complet de Kachgar à Ngansi-tcheou, d'abord à la boussole Peigné, entre Kachgar et Koutchar, et le reste à la planchette déclinée. C'est, au total, une ligne d'environ 2 500 km.². Les explorateurs de l'Asie Centrale l'avaient souvent recoupée; ils l'avaient rarement suivie. Aussi le D^r VAILLANT a pu signaler, dès maintenant, plusieurs erreurs à rectifier: elles portent sur l'articulation des monts Mazar avec le Tchöll-tagh; le cours du Mouzart-daria, à partir de Baï; la traversée du Tchöll-tagh par le Mouzart, entre le Qyzyl et Qoum-toura; les sources de la rivière de Toksoun. Enfin, la partie de la route à travers le T'ien-chan, entre Tsimousa et Tourfan, à l'Est du Bogdo-ola, est entièrement nouvelle.

1. PAUL PELLIOT, *Une bibliothèque médiévale retrouvée au Kan-sou* (*Bulletin de l'École Française d'Extrême-Orient*, VIII, 1908, p. 501-529).

2. Voir la conférence de M^r PAUL PELLIOT, lors de sa réception par la Société de Géographie et le Comité de l'Asie Française, le 10 décembre 1909, dans *L'Asie Française*, X, janvier 1910, p. 11-24, 1 fig. carte-itinéraire [à 1 : 12 500 000], 16 fig. phot. — Voir aussi: *La Géographie*, XXI, 15 janvier 1910, p. 66-70; carte-itinéraire [à 1 : 15 000 000], fig. 21.

En outre, l'oasis de Koutchar et l'oasis de Cha-tcheou ont été l'objet de travaux spéciaux : dans l'oasis de Koutchar, il n'a pas été relevé moins de 900 km. de route. La position de Cha-yar, solidement établie désormais, est à reporter au Sud-Ouest de Koutchar, tandis que les cartes la donnent au Sud-Est. La constatation la plus bizarre et la plus imprévue, c'est que le lac Baba-koul, scrupuleusement figuré sur toutes les cartes de l'Asie, n'existe pas ; le nom même est complètement inconnu dans le pays.

SYLVAIN LÉVI.

LA PRODUCTION DE L'OR DANS LE TERRITOIRE DE MAGELLAN

On pouvait espérer, il y a quelques années, que la région du détroit de Magellan deviendrait prochainement un centre important de production aurifère. Les résultats médiocres de l'exploitation en 1908 et 1909 prouvent qu'on s'était fait quelques illusions sur l'abondance de l'or.

L'histoire de l'industrie aurifère dans la Patagonie méridionale et la Terre de Feu se divise en deux périodes. Jusqu'en 1903, les chercheurs d'or, isolés ou associés en groupes peu nombreux, disposent d'un outillage très primitif ; en revanche, ils travaillent sur un sol vierge et choisissent librement les sites les plus favorables ; le rendement de ces premiers placers est généralement rémunérateur. Après 1903, des compagnies minières se fondent, obtiennent des concessions régulières, dépossèdent les premiers occupants du sol, importent des dragues et des pelles à vapeur pour fouiller les alluvions aurifères. Le rendement ne paraît pas répondre aux capitaux investis, et, à la fin de 1909, la plupart de ces compagnies avaient interrompu leurs travaux.

C'est en 1868 qu'on découvrit la présence de l'or dans les sables du Rio de las Minas, à Punta Arenas. En 1879, on reconnut également de l'or dans les alluvions du Rio del Oro, sur la rive opposée du détroit de Magellan, dans la Terre de Feu. L'exploitation y commença dès 1881. Vers 1885, d'autres gisements furent signalés sur la côte de l'Atlantique, au Nord et au Sud de l'entrée du détroit, et sur territoire argentin. Les récoltes d'or étaient particulièrement abondantes après les tempêtes soulevées par les vents d'E, qui venaient battre les falaises et effectuaient un lavage naturel des terres aurifères. Les chercheurs d'or suivirent ensuite la côte vers le Sud. A partir de 1888, les îles situées au Sud du canal de Beagle, surtout Navarin, Lennox et Picton, devinrent un des principaux centres d'extraction. Un courant d'immigration notable se dessina vers ce temps. En 1891 et 1892, les vapeurs anglais venant d'Europe déposaient à Punta Arenas une quarantaine d'immigrants à chaque voyage. La majorité d'entre eux étaient des Autrichiens (Croates et Dalmates). Ils forment aujourd'hui, avec les Chilotes (de l'île de Chiloe), le fond de la population, très mélangée, de Punta Arenas. Les chercheurs d'or, après leur débarquement à Punta Arenas, se répartissaient entre trois régions : les îles méridionales, le Nord-Ouest de la Terre de Feu,

entre la baie Inutile et la baie de Lomas, et la presqu'île de Brunswick, au Sud-Ouest de Punta Arenas.

Les premières tentatives d'exploitation en grand furent faites en 1902; les principales compagnies ont été fondées par des Américains. De 1903 à 1907, un grand nombre d'entreprises furent lancées, sans études préalables suffisantes. Punta Arenas connut une période de fiévreuse spéculation. Les maisons commerciales y devinrent des banques improvisées: elles soutenaient de leurs capitaux des compagnies minières, qui dépensaient leurs avances en achats de denrées dont profitaient leurs commanditaires. Malgré les perfectionnements apportés à l'exploitation, la production d'or ne s'élève pas. Il est naturellement impossible d'avoir des données exactes sur le chiffre de la production: nous ne connaissons pas exactement les quantités d'or exportées. Elles s'élèveraient, d'après le dernier recensement du Territoire de Magellan¹, à 238 kgr. pour 1903, 187 pour 1904, 113 pour 1905; d'après l'*Estadística Minera de Chile*², à 189 kgr. pour 1904, 157 pour 1905, 35 pour 1906 et 112 pour 1907. La baisse notable de la production en 1906 provient de ce que les principales exploitations employèrent cette année à installer leurs machines. J'ai cité ces chiffres, parce que ce sont les seuls que nous possédions, mais sans me dissimuler qu'ils ne correspondent en rien à la réalité, et que des quantités d'or certainement supérieures sont exportées clandestinement et ne laissent pas de traces dans les statistiques officielles.

Après 1907, tous chiffres statistiques, si imparfaits soient-ils, nous font défaut. Mais l'interruption presque générale du travail, et mieux encore la stagnation complète des affaires à Punta Arenas suffisent à révéler la crise de l'industrie aurifère. L'activité économique de Punta Arenas n'est plus entretenue aujourd'hui que par le commerce de la laine; le développement de l'élevage du mouton constitue pour la région une ressource moins aléatoire que les champs d'or.

PIERRE DENIS.

1. LAUTARO NAVARRO AVARIA, *Censo jeneral... del Territorio 'de Magallanes...*, Punta Arenas, 1907-1908, 2 vol. in-4.

2. *Estadística Minera de Chile, encomendada a la Sociedad Nacional de Minería por el Supremo Gobierno*. — Le t. II (Santiago, 1907) est relatif aux années 1904 et 1905; le t. III (Santiago, 1909), aux années 1906 et 1907.

IV. — CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

GÉNÉRALITÉS

Le XI^e Congrès Géologique International, Stockholm, 1910. — Le programme du XI^e Congrès Géologique International, qui doit se tenir à Stockholm du 18 au 25 août, est définitivement établi et a fait l'objet d'une circulaire détaillée en mars dernier¹. Les travaux seront limités à un petit nombre de questions d'un intérêt général, à l'éclaircissement desquelles l'étude de la géologie scandinave peut contribuer. Ces questions sont² : 1^o *la géologie des systèmes précambriens*; — 2^o *les changements de climat après le maximum de la dernière glaciation*; cette question a déjà fait l'objet d'une enquête internationale préalable; de nombreux mémoires sont parvenus aux organisateurs du Congrès et formeront un ouvrage spécial : *Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit*, qui se vendra à part (1 £)³; — 3^o *les ressources du monde en minerais de fer et leur répartition*; l'enquête internationale organisée sur ce problème, si important pour la Suède, a fait éclore plus de cinquante mémoires, qui seront réunis sous le titre : *Iron Ore Resources of the World* (cet ouvrage, accompagné d'un atlas, se vendra à part : 3 £); — 4^o *la géologie des régions polaires*; cette matière sera traitée dans une série de conférences indépendantes; — 5^o et enfin, *l'apparition immédiate de la faune cambrienne*. — Les autres rapports et communications seront groupés sous cinq rubriques et répartis en autant de sections.

Un grand nombre d'excursions ont été prévues. Parmi celles qui précéderont la session, citons l'excursion au Spitsberg (visite complète de l'Isfjord), sous la direction de G. DE GEER, qui pourra compter 60 participants et durera vingt-trois jours, du 25 juillet au 17 août; une grande excursion dans le Norrland; une autre, prévue pour les ingénieurs des Mines, aux grands gisements de fer de Gellivare et Kirunavaara-Luossavaara, etc. Sept excursions dans la Suède centrale et méridionale sont également projetées après le Congrès; quelques-unes dureront jusqu'au milieu de septembre. — En même temps que le Congrès, se tiendra à Stockholm la deuxième Conférence Agro-géologique Internationale.

Une Société Serbe de Géographie. — La première Société de Géographie de la péninsule Balkanique vient d'être fondée à Belgrade, le 23 mars/7 avril 1910, sous le nom de « Srpsko Geografsko Drouchtvo » (Société Serbe de Géographie). Cette Société se propose un double but :

1. L'inscription au Congrès Géologique comporte le paiement d'un droit de 25 fr. (à envoyer au trésorier, le prof. H. BACKSTRÖM, Stockholm, 6); pour toute autre correspondance, s'adresser au secrétaire général, le prof. J. G. ANDERSSON, Stockholm, 3.

2. *Congrès géologique international...*, 2^e circulaire, mars 1910, 24 p., 3 fig.

3. Pour cet ouvrage, ainsi que pour le suivant (*Iron Ore...*), s'adresser à : Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm, 3.

aider, tout d'abord, au développement de la géographie et des sciences annexes, et, en second lieu, favoriser la vulgarisation et la diffusion des résultats acquis. Elle est constituée par deux sortes de membres : ceux qui par leur préparation et leurs travaux peuvent aider efficacement au progrès scientifique, et ceux qu'intéressent simplement les connaissances géographiques. Deux sortes de séances sont prévues : les unes, restreintes, où seront exposés et discutés enquêtes, travaux, comptes rendus originaux ; les autres, destinées au public, auquel on s'adressera sous forme de conférences, publications, excursions, etc. Un périodique trimestriel, organe de la Société, paraîtra régulièrement à dater du 1^{er} janvier 1911. Le domaine d'études s'étendra à toute la péninsule Balkanique, mais plus spécialement aux pays serbes et à leurs populations. L'initiative de cette création est due au professeur J. Cvijić, qui a été nommé président du Comité de Direction.

ASIE

Achèvement du chemin de fer du Yun-nan. — La locomotive a fait son entrée à Yun-nan-sen, le 1^{er} avril dernier, exactement à la date promise par la Compagnie chargée de l'entreprise. On se rappelle la longue série de retards et de déboires subis par cette malheureuse ligne. Conçue par note du Gouvernement Chinois, le 10 avril 1898, elle fut d'abord retardée par l'insurrection des Boxers, et la Compagnie concessionnaire ne fut définitivement organisée qu'en 1901. Les difficultés exceptionnelles opposées par le terrain et le climat à la montée sur le plateau firent, ensuite, tâtonner sur le choix de la vallée d'accès, puis sur le tracé d'ensemble, qui fut plusieurs fois remanié ; l'établissement des rampes de la ligne dans la malsaine et abrupte vallée du Nam-ti décima les équipes d'ouvriers et gaspilla longtemps, sans profit, les ressources financières de l'entreprise. Il fallut remanier les contrats. Ainsi s'explique que la voie ferrée, poussée, en mars 1906, jusqu'à Lao-kay¹, ne soit arrivée sur les plateaux qu'au début de 1909 et à son terminus à la date indiquée plus haut. La construction aura dépassé de 70 millions de fr. environ le chiffre des dépenses, primitivement établi à 92 millions de fr.

La valeur économique de cette œuvre imposante (855 km. de Hai-phong à Yun-nan-sen) est elle-même fort discutée. Sans doute, la voie passe dans un pays riche en mines de charbon, de cuivre et d'étain, et à faible distance des vallées lacustres du Yun-nan méridional ; pourtant, la valeur de ces mines n'est pas connue avec certitude, et les vallées cultivables, pour riches et bien mises en valeur qu'elles soient, sont fort peu de chose dans le chaos de montagnes du Yun-nan. Une grande partie de leur sol est accaparée par les rizières, et l'on n'a pas encore trouvé de produit susceptible d'alimenter un trafic extérieur régulier. Depuis deux ans, le Gouvernement Chinois a supprimé, avec beaucoup de rigueur, la culture de l'opium, qui formait la principale culture d'exportation du Yun-nan ; les paysans, pour éviter la ruine, se sont mis hâtivement à la culture du maïs, qui paraît devoir for-

1. Voir : *Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 279-280.

mer le premier appoint sérieux au mouvement de la ligne. Heureusement, il faut aussi faire état de facteurs impondérables, c'est-à-dire des possibilités inconnues que la nouvelle voie ferrée ne peut manquer de développer et enfin de la communauté d'intérêts qui s'établira entre le Yun-nan et le Tonkin. Le trajet, qu'on faisait jadis en quinze jours à la descente et en plus d'un mois à la montée, demandera désormais deux jours seulement, dans un sens comme dans l'autre.

Les plantations dans les États Malais. — La Malaisie est actuellement une des régions les plus intéressantes du monde, par l'essor économique qu'y prennent à la fois les mines et les plantations. Un rapport récent¹ nous donne le détail des progrès de ces dernières. Le café achève de mourir : de 1907 à 1908, les surfaces plantées ont encore diminué de 25 p. 100; on arrache les plants, et ceux qui restent sont exterminés par la croissance des grands arbres à caoutchouc. Le Cocotier, au contraire, ne cesse de progresser. Dans tous les États Fédérés, les superficies qui lui sont affectées ne cessent d'augmenter et couvraient, en 1908, 47 670 ha.; la valeur de la production en noix de coco atteignait 23 millions de dollars (environ 65 millions de fr.). Mais les progrès du caoutchouc² sont vraiment prodigieux. C'est un véritable engouement qui entraîne les planteurs : dans les seuls États Fédérés, 60 636 acres, équivalant à près de 25 000 ha., ont été plantés en 1908 seulement; les surfaces ont ainsi, en une année, augmenté de 33 p. 100. La superficie totale plantée dans la Malaisie anglaise est aujourd'hui de 87 000 ha.; c'est donc le caoutchouc qui forme la culture la plus étendue. Il y avait, en 1908, 37 millions et demi d'arbres plantés, soit 10 millions de plus qu'en 1907. L'État de Selangor (33 000 ha., 12 millions et demi d'arbres), celui de Perak (23 000 ha., 8 millions et demi d'arbres) viennent en tête; mais le mouvement est aussi fort accentué dans les Détroits, où Malacca a 15 000 ha. et 6 millions et demi d'arbres plantés, et le sultanat de Johor (Singapour) a encore 8 000 ha. et plus de 3 millions d'arbres plantés. Pour juger du progrès, qu'on se souvienne que, à la fin de 1905, la presque île malaise n'avait que 15 000 ha. plantés et 4 millions de plants, tant *Ficus* qu'*Heveas*. A l'heure actuelle, l'*Hevea* semble avoir triomphé du *Ficus elastica*. Ce dernier, originaire de la Malaisie, a eu longtemps la prééminence; mais, dans les nouvelles plantations, on lui préfère l'*Hevea*, de croissance plus régulière, résistant aux attaques des insectes et se prêtant bien à la récolte du latex. Le fait le plus saillant, c'est que la production du latex est désormais notable : elle s'est accrue de 53 p. 100 de 1907 à 1908, 1580 t. contre 1017 t. Étant donné le cours de 1908, fort dépassé aujourd'hui, cela représente environ 15 millions de fr. Ce n'est encore qu'un début : les progrès récents démontrent que, d'ici fort peu de temps, la Malaisie contribuera, pour une part considérable, à l'approvisionnement du monde. La plupart des arbres en sont, en effet, à leur première année d'incision, et, par le progrès même de leur croissance, ils donneront par la suite bien davantage. Si le mouvement de plantation

1. Rapport du directeur de l'Agriculture des États Malais pour 1908, résumé par E. MASSELON, sous le titre : *L'agriculture des États Malais (La Quinzaine Coloniale, XIV, 25 avril 1910, p. 298-300)*.

2. Nous avons attiré l'attention sur les premières plantations de caoutchouc à Ceylan et en Malaisie (*Annales de Géographie, XV, 1906, p. 83 et suiv.*).

se continue, il se pourrait que, dans dix ans, les États Malais fournissent 50 000 t. de gomme sèche. A l'heure actuelle, les plantations occupent déjà le respectable chiffre de 80 000 coolies, dont 15 000 Chinois, 50 000 Tamils et 15 000 Malais ou Javanais.

AFRIQUE

Chemins de fer en Algérie-Tunisie. — La Chambre des Députés a approuvé, dans ses séances de mars-avril, la déclaration d'utilité publique de huit voies ferrées, formant un ensemble de 873 km., et qui constitueront le nouveau réseau algérien prévu par le dernier emprunt. Ces huit lignes sont : 1° de Sidi-bel-Abbès à Tizi; 2° de Tizi à Uzès-le-Duc; 3° de Relizane à Prévost-Paradol; 4° de Ténès à Orléansville; 5° de Bouira à Aumale; 6° de Berrouaghia à Boghari et à Djelfa; 7° d'Aïn-Beïda à Tébessa, avec embranchement de la Meskiana à Morsott; 8° de Biskra à Touggourt. Plusieurs de ces lignes sont de simples amorces d'une grande voie longitudinale destinée à doubler, mais sensiblement plus loin à l'intérieur, la voie longitudinale déjà en service de Tunisie au Maroc. Mais il faut insister sur la ligne de Berrouaghia à Djelfa, qui comblera la plus grave lacune du réseau algérien : l'absence de toute ligne ferrée de pénétration saharienne dans la province d'Alger. Le développement croissant de la colonisation dans le Sersou lui a, enfin, donné une raison d'être. D'autre part, la voie de Touggourt, dont on parle depuis 30 ans, va entrer dans la période d'exécution, mais non plus comme amorce du Transsaharien : on y voit surtout un instrument de développement local. L'Oued Rir, qui ne comptait, en 1856, que 340 000 palmiers, en possède aujourd'hui, grâce à la multiplication des puits artésiens, près de 930 000¹. Le tourisme fournira un sérieux appoint aux recettes de cette voie. Enfin, c'est dans cette région du Sud Constantinien que M^r G.-B.-M. FLAMAND procède à ses soigneuses études hydrologiques, dont la portée pratique peut être considérable; on y fait des essais de forages de très grande profondeur, comme à Sidi-Okba, où l'on avait poussé un sondage jusqu'à 430 m., à la fin de l'année dernière. Toutes ces ressources nouvelles en eau ne peuvent manquer, avec le chemin de fer, de développer le pays.

En Tunisie, on a inauguré, du 17 au 20 mars, la grande ligne centrale de Sousse à Aïn-Moularès, à coup sûr une des plus importantes de la Régence, non pas seulement par le magnifique gisement de phosphates qui en marque le terminus, mais aussi parce qu'elle se développe dans des portions de la steppe qui furent particulièrement prospères à l'époque romaine, grâce à la culture de l'Olivier. Les grandes ruines de Suffetula, de Cillium et de Thelepte (aujourd'hui Sbeitla, Kasserine et Feriana) témoignent éloquemment de ce passé, qu'on pourra désormais songer à faire revivre. Enfin, un raccordement est en construction, qui joindra Aïn-Moularès à Gafsa, ce qui permettra aux visiteurs de cette portion si intéressante de la Tunisie de varier leur itinéraire à l'aller et au retour. D'autre part, la ligne de Sfax à Sousse est fort avancée; à son achèvement, le Centre et le Sud de la Tunisie disposeront d'un ensemble de lignes formant un circuit complet².

1. *La Quinzaine Coloniale*, XIV, 10 avril 1910, p. 243.

2. *Ibid.*, p. 244.

Mission René Chudeau dans le bassin saharien du Niger. — M^r RENÉ CHUDEAU a effectué, en 1909 (16 janvier-30 octobre), une campagne d'études dans le bassin d'épandage du Moyen Niger, entre Djenné et Araouan; l'autorité particulière que lui donne sa connaissance approfondie du Soudan nigérien a rendu son exploration exceptionnellement fructueuse. Il a d'abord visité le plateau gréseux de Bandiagara. Ces grès reposent sur des terrains anciens, où dominent des schistes, et que l'on ne voit bien affleurer qu'à l'Est de Hombori; les assises de grès semblent horizontales, mais plongent légèrement vers l'Ouest. Ainsi, près de Sofara, au Nord-Est de Djenné, la table du plateau est à quelques mètres seulement au-dessus du Bani, et l'altitude de Sofara est 250 m., Bandiagara est à 350 m., et les plateaux qui dominent Hombori atteignent 1000 m. Ces plateaux sont partout limités, sauf à l'Ouest, près du Bani, par une falaise formant muraille, haute d'une soixantaine de mètres, et dont on ne peut surmonter l'obstacle qu'au moyen de quelques ravins. Le plateau se poursuit d'un seul tenant jusqu'à Douentza seulement; au delà, vers Hombori, il se morcelle en plateaux isolés. A la surface du plateau, il existe, à faible profondeur, un niveau aquifère assez constant; au Nord, au contraire, la plaine n'est alimentée en eau que par les crues du Niger, et les villages bâtis au pied de la falaise méridionale ont pour seule ressource des puits d'une trentaine de mètres. Il est remarquable que ces plateaux, au point de vue météorologique, marquent un prolongement de la zone soudanienne vers le Nord. Le Karité y est répandu; on y trouve beaucoup de Baobabs, de Rôniers, de Fromagers; les plantes du Sahel manquent ou sont rares. Par contre, les caractères de la zone sahélienne reparaissent dans les vallées à l'Est de Douentza.

M^r CHUDEAU s'est ensuite dirigé de Hombori vers Bamba, refaisant ainsi une partie des itinéraires de M^r DE GIRONCOURT (voir ci-dessous). Il traversa ces plaines argileuses du sommet de la Boucle du Niger, coupées de dunes et de crêtes de quartzites, mais, dans l'ensemble, horizontales et imperméables. Les mares y sont nombreuses, comme celle de Gossi. Cette plaine est inhabitée la majeure partie de l'année; les pasteurs touareg restent pendant de longs mois au voisinage du fleuve.

De Bamba, le voyageur prit la route d'Araouan et traversa l'Azaouad. C'est un pays, dans l'ensemble, presque horizontal. On peut considérer comme acquis, dit ailleurs M^r CHUDEAU, que Tombouctou, Araouan et Bou Djebiha sont à peu près à 250 m. L'Azaouad n'est pas, géologiquement, homogène: sa portion orientale, au Nord de Bamba, est une pénélaine, peut-être crétacée, où les puits, très profonds (souvent 50 m. et plus), sont dans des dépressions, allongées NE-SW, qui pourraient bien être d'anciennes vallées, et où il y a abondance d'arbustes; au contraire, la portion située au Nord de Tombouctou est une plaine d'alluvions, où l'on peut creuser des puits n'importe où. Au delà de 18° lat., les arbres disparaissent et font place à une véritable steppe, formation végétale assez rare dans la zone sahélienne. Mais les puits sont trop profonds et trop distants les uns des autres pour qu'un élevage florissant puisse se développer.

Sur l'évolution géologique récente de cette région, M^r CHUDEAU confirme ses précédentes idées. Pour lui, la contrée à l'Ouest de Tombouctou et de Bou Djebiha, a dû être recouverte par les alluvions anciennes du Niger.

Puis des dunes se sont établies sur cette ancienne zone d'épandage du fleuve. Mais, aujourd'hui, le régime désertique ayant reculé de quelques centaines de kilomètres vers le Nord, toutes les dunes sont fixées par la végétation. D'un autre côté, l'eau souterraine qui alimente les puits semble bien provenir aujourd'hui encore du Niger. D'après le capitaine GROSDÉMANGE, dont M^r CHUDEAU a recueilli les observations, le débit des puits d'Araouan et de Bou Djebiha est très abondant, et ceux d'Araouan présentent des crues régulières atteignant 3 à 4 m. Les eaux abondent aussi à Taoudeni, au point de gêner l'extraction du sel. M^r CHUDEAU pense donc que le Niger, au lieu de tourner à l'Est vers Tombouctou, coulait jadis vers le Nord, du côté du bassin de Taoudeni (altitude probable, 80 m.); l'ancien lit existerait encore, et le fleuve coulerait souterrainement, au moins à l'époque des crues. Toujours d'après le capitaine GROSDÉMANGE, le point d'eau d'El Ksaib, au Sud-Ouest de Taoudeni, aurait des caractères révélant avec certitude des alluvions fluviales. El Ksaib jalonnait l'ancien lit du Niger entre le Faguibine et Taoudeni ¹.

M^r CHUDEAU a terminé sa tournée par la visite de la région de Goundam. On retrouve ici, par delà la zone d'épandage du fleuve, les plateaux gréseux de l'Est; ils dominent la plaine d'une centaine de mètres au plus, mais ils sont partout accessibles et ne présentent pas de positions défensives comparables à celles qui ont permis aux Habé de la Boucle du Niger de conserver leur originalité et leur indépendance ². C'est entre ces plateaux gréseux en partie démantelés que sont les mares de la rive gauche du Niger. Les grandes crues seules alimentent le Faguibine, mais il reste assez de mares pour faciliter l'élevage. L'irrigation due au fleuve permet, à côté des céréales du Soudan, mil, riz et sorgho, la culture d'un blé d'excellente qualité.

Afrique occidentale. Missions de Gironcourt et Henry Hubert.

— Une importante Mission française vient de parcourir toute l'Afrique occidentale, tant étrangère que française, celle de M^r G. DE GIRONCOURT, ingénieur agronome, patronné par le Ministère des Colonies et la Société de Géographie ³. Elle a duré un an (23 août 1908, Dakar; 31 août 1909, Madère). Elle a comporté, d'abord, une partie d'exploration géographique, M^r DE GIRONCOURT s'étant joint à la colonne du commandant LAVERDURE chargée de pacifier définitivement les Touareg du sommet de la Boucle du Niger, région fort mal connue jusqu'à présent, parce que fort peu sûre. Cette région, qui s'étend entre Tombouctou, Saraféré, Gao et Hombori,

1. M^r CHUDEAU a exposé les résultats de sa campagne de 1909 sous le titre : *Rapport de tournée dans le bassin de Tombouctou* (Supplément au *Journal Officiel de l'Afrique Occidentale Française*, 22 janvier 1910). Résumé par M^r G. REGELSPERGER (*La Quinzaine Coloniale*, XIV, 25 avril 1910, p. 294). — Le capitaine GROSDÉMANGE, à qui M^r CHUDEAU a emprunté les précieux renseignements ci-dessus, était chargé de protéger les caravanes de sel entre Taoudeni et le Sahel. Il fut tué, le 30 novembre 1909, au combat d'Achourat. M^r CHUDEAU a publié de lui des renseignements sur Taoudeni et Teghazza dont nous aurons, sans doute, l'occasion de reparler. (*L'Afrique Française*, XIX, janvier 1910, p. 13-16, 1 fig. croquis [à 1 : 1 800 000].)

2. Les Habé ont récemment refusé l'impôt. Il a fallu faire campagne contre eux pour les soumettre. — Voir, au sujet de cette curieuse peuplade, et aussi des plateaux de Bandiagara, la note du lieutenant L. DESPLAGNES, *La région du moyen Niger* (*Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 177-180; phot., pl. VI-VIII).

3. *La Géographie* a publié régulièrement des nouvelles de M^r DE GIRONCOURT (XVIII, 1908, p. 416-417; XIX, 1909, p. 240, 403; XX, 1909, p. 53-54, 329-330). Un résumé de la conférence faite par lui à la Société de Géographie, à son retour, a paru dernièrement (*La Géographie*, XXI, 15 mars 1910, p. 212-217; carte-itinéraire [à 1 : 16 000 000], fig. 42).

est connue sous le nom de pays des mares du Gourma. M^r DE GIRONCOURT y a effectué plusieurs itinéraires, qui se recoupent, d'octobre 1908 à février 1909, sans être molesté. Il en rapporte les éléments d'une carte appuyée sur un certain nombre de positions astronomiques, notamment les suivantes : Bamba, Gossi, Hombori, Bambara Mandé, Koura. Il a, de plus, étudié entièrement la région au point de vue scientifique. C'est un pays de dunes, aujourd'hui fixées par un tapis discontinu de Graminées; mais les sables, peu épais, reposent sur des affleurements d'argile; ceux-ci rendent possibles les multiples mares qui caractérisent le Gourma durant les deux ou trois mois de saison de pluies. Le revêtement sablo-argileux est, d'ailleurs, troué par places d'arêtes de gneiss, de micaschistes et de quartzites, orientées WSW-ENE, et qui caractérisent le « Massif central nigérien ». La flore a un caractère trophophile très net, à cause du contraste qu'offre le sol, inondé en été et desséché pendant les trois quarts de l'année. C'est la forêt claire, d'arbustes tels que les Mimosées, les Acacias, les Balanites, les Ephedras, etc., qui caractérise la lisière du désert. Presque toutes les pentes sont tapissées de Fonios et de Cramcrans, Graminées à graines munies de piquants et très désagréables au voyageur; pourtant, elles fournissent, avec ces graines mêmes, une base alimentaire précieuse aux nomades et aux sédentaires de la vallée du Niger, qui se déplacent pour venir les récolter. « En saison favorable, les mares ombragées où fleurissent des Nénuphars, semblent les pièces d'eau de beaux pays d'Europe..., séduisants lieux de repos après les longues étapes à travers les collines ondulées, sableuses et desséchées, les plaines d'argile fendillée ou les plateaux de latérite brûlante ». Ce pays nourrit de grands troupeaux de bœufs, que M^r DE GIRONCOURT évalue, pour le seul sommet de la Boucle au Nord de Hombori, à 200 000 ou 300 000 têtes au moins. Le pays, d'ailleurs, pourrait en nourrir davantage. Le voyageur confirme, à ce propos, l'opinion de M^r É.-F. GAUTIER que le Soudan sur cette lisière paraît gagner sur le désert. « Non seulement les niveaux périodiques des mares ne sont pas en baisse, mais les précipitations d'eau semblent avoir eu plutôt tendance à s'accroître. » Il croit que l'on pourrait regagner à la culture du riz des espaces où elle prospérait autrefois, lors de l'empire sonraï; des ruines nombreuses de villages, près desquelles pousse du riz spontané, lui en donnent la ferme conviction.

La Mission de M^r DE GIRONCOURT a eu ensuite un caractère ethnographique. Il a pu mesurer des Tonareg du Gourma, des Aouellimiden, des Sonraï, tâche malaisée, mais du plus haut intérêt, car il s'agit de peuplades de sang fort peu mélangé, comme l'attestèrent les mesures d'une singulière constance dans l'intérieur des divers groupes. M^r DE GIRONCOURT a étudié les tribus touareg avec sympathie et avec une réelle intelligence des conditions géographiques; il se déclare partisan d'une politique bienveillante à leur égard. On ne doit surtout pas songer à en faire des sédentaires, théorie chimérique s'il en fût. Eux seuls peuvent tirer le meilleur parti possible de ces vastes surfaces à demi désertiques.

Descendant le Niger, M^r DE GIRONCOURT employa le printemps de 1909 à la traversée de la lisière Sud du Soudan depuis Nikki, dans le Borgou, Parakou, le pays des Sombas, le Djougou, cantons fort mal connus du

Haut Dahomey, jusque dans le Haut Togo. Cette partie du voyage, pendant laquelle il ne cessa d'amasser des documents anthropologiques, eut, cependant, plutôt le caractère d'une tournée de colonisation comparée. Ainsi le voyageur nous signale les grandes plantations officielles du Togo supérieur : les Allemands y auraient planté 60000 pieds de Teck. De même, dans la Côte d'Or, il vit, en pépinière, 950000 pieds d'*Heveas*. Il termina son voyage par la visite des districts de la Côte d'Ivoire et de la Guinée desservis par le chemin de fer. Cette vue d'ensemble lui a permis d'énoncer des suggestions autorisées sur la politique économique à suivre en Afrique française, notamment dans le Dahomey, où il préconise surtout le développement des zones côtières, en tirant un parti rationnel de l'inappréciable richesse que représente le Palmier à huile.

Une expédition, également très remarquable par la méthode rigoureusement scientifique qui préside à son exécution, est celle de l'administrateur HENRY HUBERT¹, qui s'est fait avantageusement connaître par sa thèse et ses articles sur la géographie physique du Dahomey². Il s'attache surtout à étudier la géologie et l'hydrographie du Soudan proprement dit, entre 9° et 11° lat. Parti en août 1908, il a d'abord rayonné autour de Siguiri, déterminant avec soin le contact des formations gréseuses des régions plus septentrionales avec les roches anciennes du cercle de Siguiri ; il a accessoirement étudié les exploitations aurifères de la région. Il s'est ensuite dirigé vers l'Est, en se tenant aux abords de la ligne de faite, de manière à élucider l'origine de tous les grands bassins et à préciser les faites hydrographiques ou orographiques, tels que celui d'Odienné, d'où sortent le Baoulé, le Bandama, la Sassandra ; celui du Sud de Sikasso, où prennent naissance la Comoé, la Volta Noire et le Bafing. En cette partie de l'Afrique, comme sur tant d'autres points du globe, la ligne de partage des eaux ne coïncide pas avec les grands accidents du relief. M^r HENRY HUBERT donne une attention soutenue à la détermination la plus exacte possible des altitudes jusqu'à présent si incertaines dans ces portions reculées de l'Afrique occidentale. Il en signale la complication géologique, beaucoup plus grande que ne le comportent les idées établies : « En dehors des types latéritiques et des dépôts détritiques..., la nature pétrographique du pays comporte encore des grès, des schistes, des roches éruptives basiques », formant de nombreux reliefs au milieu de formations sédimentaires puissantes, « des roches éruptives acides et des gneiss. » Enfin, il a fait des découvertes fructueuses au point de vue de la morphologie et de la migration des lignes de faite. Son expédition paraît devoir transformer notre connaissance de la morphologie du Soudan, restée jusqu'à présent fort rudimentaire.

Zone forestière de la Guinée. Missions Laurent, Jolia, Gros, Gruvel, Chevalier. — Une des parties les plus mal connues de la forêt de Guinée était celle des sources du Cavally. On pouvait croire encore que ce fleuve était formé par la rivière Nuon, car on ne disposait que des renseignements hypothétiques et des conjectures de la Mission HOSTAINS-D'OLLONE de 1899 ; les connaissances précises ne dépassaient pas vers le Nord-Ouest le poste de Fort-Binger. Aussi le cours supérieur et moyen du Cavally était-

1. *La Géographie*, XIX, 1909, p. 316-317 ; XX, 1909, p. 330-332 ; XXI, 15 fév. 1910, p. 154-155.

2. Voir XVIII^e *Bibliographie 1908*, n° 868.

il marqué en pointillé sur les cartes les plus à jour. De 1906 à 1908, les reconnaissances du lieutenant LAURENT et de l'administrateur JOULIA ont démontré, d'abord, que la Nuon n'aboutissait pas au Cavally, mais à la rivière Nipoué, qui coule beaucoup plus à l'Ouest, en plein Liberia; en second lieu, que le domaine du Cavally et de la Nuon sont séparés par un chaînon montagneux, les monts Sahon; enfin, que la Nuon, comme l'avaient prévu MM^{rs} HOSTAINS et D'OLLONE, n'a rien non plus de commun avec la Douobé. L'aboutissement de la Nuon-Nipoué à la mer semble être, selon M^r JOULIA, la rivière Saint-Jean, qui a son embouchure près de Grand Bassa¹.

Au début de l'hiver dernier est rentrée en France l'importante Mission forestière du capitaine Gros, chargée, avec l'assistance du médecin-major ROUSSEAU et des forestiers LASAULCE et GRÜNWARD, d'étudier, au point de vue de l'exploitation pratique, la forêt de la Côte d'Ivoire. M^r Gros a exposé, dans une substantielle conférence, les résultats de ses travaux, qui ont exigé plus d'une année. Les conclusions sont des plus favorables à l'avenir de l'industrie forestière. Les diverses tribus indigènes, qui cultivent peu et mal, peuvent, en revanche, fournir des bûcherons excellents. Malgré les ravages déjà consommés dans le capital forestier, ravages tels que la forêt n'apparaît plus qu'à une vingtaine de kilomètres de la mer et que les bords des grands cours d'eau ont été entièrement dévastés, M^r Gros évalue encore la surface totale de la forêt à 420 000 kmq.; la surface occupée par les villages, cours d'eau et plantations ne représenterait pas plus de 30 à 35 p. 100 de la superficie de la forêt. Dans les parties déboisées, le sol est recouvert de maigres taillis broussailleux; la forêt une fois détruite ne se reconstitue pas d'elle-même, comme l'avait déjà noté M^r CHEVALIER. Dans les plantations, le Palmier à huile et le Cocotier prennent la place des bois. Les essences que fournit la forêt guinéenne sont extrêmement variées; M^r Gros et ses collaborateurs en ont reconnu déjà 58 utilisables, dont ils ont ramené des échantillons en France. Ces essences sont disséminées dans toute la forêt et ne forment pas, comme en pays tempéré, des groupements homogènes, ce qui rend la mise en exploitation plus coûteuse. Les essences utilisables paraissent occuper les deux tiers des massifs. M^r Gros en signale qui pourront rendre les plus grands services, outre l'Acajou, qui donne lieu depuis longtemps à une exploitation active: notamment, le Roco, bois rouge brun qui a toutes les qualités du Teck et se travaille aisément comme lui, bien que plus lourd et plus dur. Les Anglais l'emploient beaucoup dans la construction de leur batellerie à Lagos et même dans leurs constructions navales d'Europe, vu les prix de plus en plus élevés et la rareté croissante du Teck. Les bois de la Côte d'Ivoire seraient, d'ailleurs, en général, supérieurs en beauté et en qualité, à densité égale, au Chêne, au Sapin ou au Pitchpin. Il peut sembler extraordinaire, après ces constatations, d'apprendre que la Côte d'Ivoire, avec de pareilles ressources forestières, importe tous les bois qu'elle consomme, même pour le service du chemin de fer! Cette étrange situation est attribuable aux vices de l'exploitation, qui se contente de tronçonner et d'équarrir les bois sur place, qui manque de voies d'évacuation, et qui comporte un grand

1. J. JOULIA, *Deux Missions dans le Haut-Cavally* (Reenseignements Col. Comité Afr. fr., XIX, n° 6, juin 1909, p. 113-125, 1 fig. cartes; n° 7, juillet 1909, p. 136-146, 5 fig. cartes.)

gaspillage. M^r GROS estime qu'il convient d'organiser dans la Côte d'Ivoire des scieries, comme les Anglais ont commencé à le faire dans le Lagos; les bois seraient débités sur place, séchés et embarqués au moyen d'un outillage moderne¹.

En Côte d'Ivoire vient également de passer la Mission GRUVEL², chargée de l'inventaire des pêcheries de l'Ouest africain. La zone de lagunes qui s'étend entre Fresco et la Tanoé, grâce à la longue ligne de cordons littoraux formés sur une série d'îlots rocheux par la collaboration des courants, de la barre et des fleuves, nourrit une quantité considérable de poissons. Aussi, dans la Côte d'Ivoire, les pêcheries sont très florissantes, tant en mer que dans les lagunes. Le poisson fumé ferait l'objet d'un commerce de plus de 1 million de fr. avec l'arrière-pays, et ce chiffre pourrait sans peine être doublé, car les populations de l'intérieur sont mal alimentées. Selon le capitaine GROS, les populations riveraines de la mer et des fleuves, qui ont du poisson en abondance, sont physiquement plus fortes que celles de l'intérieur de la forêt.

M^r GRUVEL est arrivé dans le Dahomey, où il s'est rencontré avec la Mission médicale de M^r ROUBAUD et avec M^r CHEVALIER, qui, ayant terminé son inventaire des ressources de la Côte d'Ivoire, aborde à son tour le Dahomey. M^r CHEVALIER a consacré la dernière saison sèche à visiter les confins Nord-Est de la forêt de la Côte d'Ivoire, c'est-à-dire le pays des Abés, le Moréno et le Nord de l'Attié (novembre-décembre). Il indique deux intéressants résultats de cette campagne : 1^o la découverte d'un caféier sauvage arborescent, tout à fait semblable au *Coffea excelsa* qu'il avait signalé, en 1902, dans le Haut Chari; 2^o l'existence de tribus qui présentent manifestement des traces de métissage avec d'anciennes populations de Pygmées. Dans la forêt de Guinée, les Pygmées semblent s'être fondus avec les peuplades venues de l'Est, notamment avec les Agnis-Baoulés. Chez les Abés, il existe en divers endroits de nombreux nains bien constitués; dans plusieurs villages, les hommes de 1^m,45 à 1^m,50 forment le dixième de la population, et, du reste, on trouve presque toujours, dans la même famille, à côté de nains, des individus de taille normale nés des mêmes parents. Les langues locales paraissent aussi avoir gardé de nombreux mots spéciaux, legs des dialectes primitifs³.

OCÉANS ET RÉGIONS POLAIRES

Une nouvelle fosse dans le Pacifique occidental. — Nous signalions l'année dernière un important sondage du « *Planet* », près de l'île Bougainville (archipel des Salomon)⁴. La campagne de 1909 a révélé l'étendue de la nouvelle fosse. Profonde de 7000 à 8000 m., elle décrit un arc légèrement convexe vers le Nord, entre l'île Bougainville et la Nouvelle-Guinée, et suit la côte de la Nouvelle-Poméranie dans la direction du golfe Huon.

1. Conférence du capitaine GROS à la Société de Géographie (*La Géographie*, XXI, 15 janvier 1910, p. 72-81; carte à 1 : 4 500 000, fig. 22).

2. M^r GRUVEL avait d'abord visité la Guinée et reconnu que les indigènes du littoral, vers les îles de Los, se livrent fort peu à la pêche. (*La Géographie*, XXI, 15 février 1910, p. 140 et p. 160.)

3. Lettre de M^r AUG. CHEVALIER (*La Géographie*, XXI, 15 avril 1910, p. 296).

4. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 284-285.

D'un autre côté, l'exploration de DAMMKÖLLER et FRÖHLICH a démontré, en 1908, que, de ce golfe vers l'intérieur des terres, s'allonge un sillon de plaine très déprimé et très étroit, que drainent, en sens opposé, les fleuves Markham et Ramu; cette plaine apparaît donc comme la continuation tectonique du sillon immergé. — D'autre part, on a constaté qu'il n'existe pas de sillon profond à l'Est des Nouvelles-Hébrides, mais que, en revanche, certains sondages laissent soupçonner une fosse dans les parages de l'île Santa Cruz, problème dont la solution est réservée à la prochaine campagne¹. Ainsi se complète l'enchaînement des sillons abyssaux qui entourent d'une véritable ceinture le Pacifique occidental.

Retour et résultats provisoires de l'expédition Charcot. — Nous avons signalé les dernières nouvelles de l'expédition CHARCOT envoyées le 25 décembre 1908 de l'île Déception². L'expédition est rentrée à Punta Arenas le 11 février 1910. Des premiers télégrammes du chef de la Mission on peut conclure qu'elle a accompli une œuvre scientifique honorable. Les résultats dominants sont : d'abord, le relevé précis de la côte de la Terre Loubet jusqu'à sa soudure avec la Terre Alexandre I^{er}, ce qui représentait l'objet propre du voyage; ensuite, la détermination complète de l'île Adélaïde, découverte en 1832 par BISCOE, qui lui avait attribué une longueur de 15 à 17 km. seulement, tandis qu'elle en aurait réellement 130; ce double résultat avait été acquis avant l'hivernage, qui eut lieu sur l'île Petermann, à l'entrée du détroit de la Belgica et non loin de l'île Wandel, l'ancien lieu d'hivernage du « Français » en 1905. Dans la campagne d'été de 1909, le « Pourquoi pas? » fit, vers les espaces océaniques de l'Ouest, explorés seulement jusqu'à présent par COOK et DE GERLACHE, une croisière importante. Favorisé par un état favorable de la banquise, le navire put pousser, en se tenant entre le 69° et 71° parallèle, jusqu'à 128° long. W Paris, tandis que COOK n'avait pas dépassé 109° long. W Paris. Ainsi l'expédition a étendu de façon notable la connaissance du principal massif de l'Antarctide américaine vers le Sud-Ouest, c'est-à-dire dans la direction de la Terre Victoria, que SHACKLETON, de son côté, nous a montrée se dirigeant vers le Sud-Est. Dès maintenant, il est permis de conjecturer que les deux lignes de terres se raccordent dans les espaces inconnus, d'ailleurs immenses, qui les séparent à nos yeux. — Le voyage paraît avoir été pénible, assombri par un échouage à ses débuts, des avaries dues aux icebergs et de nombreux cas de maladie, sans suites graves du reste, pendant l'hivernage³.

1. *Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin*, 1910, n° 3, p. 209.

2. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 471; voir aussi XVII, 1908, p. 474.

3. *La Géographie*, XXI, 15 fév. 1910, p. 146-148. Reproduction du télégramme de M^r CHARCOT daté de Punta Arenas, 11 février, et commentaire des résultats par M^r CHARLES RABOT.

MAURICE ZIMMERMANN,
Chargé de Cours de Géographie
à l'Université de Lyon.

L'Éditeur-Gérant : MAX LECLERC.

ANNALES
DE
GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

L'ÉROSION GLACIAIRE
ET LA FORMATION DES VALLÉES ALPINES

Premier article

I. — LE CONFLIT DES OPINIONS.

Les cimes hardies et couvertes de glaciers sont, évidemment, le premier objet qui attire le regard dans les Hautes Alpes. Les vallées n'en sont pas moins, aux yeux du géographe, le trait essentiel du relief alpin, non seulement parce qu'elles sont le siège des groupements humains, mais parce que c'est à leur développement que la montagne doit la variété de ses aspects, parce que les formes mêmes des sommets sont déterminées par la densité plus ou moins grande, le creusement et l'élargissement plus ou moins accentués des vallées.

Ce sont là vérités banales aujourd'hui. On admet aussi généralement que les vallées alpines sont l'œuvre de l'érosion, quelle que soit la part assignée aux dislocations tectoniques dans la localisation des thalwegs. Mais, si l'on demande quel est l'agent d'érosion auquel on doit attribuer les formes vraiment originales de ces vallées, les divergences les plus grandes apparaissent : les uns attribuent le premier rôle aux glaciers quaternaires, les autres leur refusent toute puissance érosive; enfin, les combinaisons les plus variées sont proposées pour doser la part d'influence revenant à l'érosion glaciaire, à l'érosion fluviale et aux mouvements du sol.

On ne doit pas regretter ce conflit d'opinions : il a contribué à attirer l'attention des géologues sur la morphologie des vallées alpines; nous lui devons de connaître les particularités de forme des

reliefs alpins plus exactement qu'on n'aurait pu l'espérer, même en présence du développement moderne de l'alpinisme. Chaque théorie sur la genèse des vallées a contribué à mettre en lumière une forme dont on n'avait point encore reconnu l'importance. Ainsi A. Helland nous révélait les cirques, Ed. Richter nous faisait connaître l'auge glaciaire avec son épaulement, A. Penck et W. M. Davis ont appelé l'attention sur le surcreusement et les vallées suspendues, J. Brunhes sur les verrous à double gorge, H. Hess sur les épaulements multiples¹.

Essayons de résumer les principales particularités de structure des vallées alpines. Le profil longitudinal présente une série de ressauts, comme les marches d'un escalier; le profil transversal est souvent en forme d'U. Ces deux caractères ont été reconnus depuis longtemps et signalés comme spéciaux aux vallées ayant subi l'influence des grands glaciers quaternaires. On doit, cependant, reconnaître qu'ils se retrouvent ailleurs. Le profil longitudinal en escalier existe dans les vallées fluviales jeunes, traversant des districts de roches inégalement résistantes ou affectées par des mouvements du sol récents. Le profil en U ne se trouve pas partout dans les vallées glaciaires et peut être réalisé dans des conditions indépendantes de toute action glaciaire, par exemple dans les grandes vallées de massifs calcaires à structure tabulaire.

La vérité est que les vallées alpines se composent d'une série de bassins à fond plat, à profil en U, séparés par des barres rocheuses, qu'entaillent des gorges sauvages en V aigu. Le mot expressif de « verrou » (*Riegel*), employé par A. Penck pour désigner ces barres, mérite de devenir classique. Les bassins forment non seulement des paliers, mais correspondent souvent à des contre-pentes, masquées par les alluvions ou rendues évidentes par l'accumulation des eaux formant un lac. Les versants des bassins sont généralement assez abrupts jusqu'à une certaine hauteur, où la pente s'adoncit, formant un « épaulement » (*Schulter* de Ed. Richter et A. Penck). Au-dessous de l'épaulement, la vallée a la forme d'une « auge » (*Trog* de Ed. Richter); les affluents y débouchent par des gorges, souvent aussi sauvages que celles qui entaillent les verrous, ou même se précipitent en cascade du haut d'un seuil dominant le fond du bassin. Les vallées secondaires sont « suspendues » (*overhanging*) au-dessus des vallées principales, qui sont « surcreusées » (*übertieft, overdeepened*).

1. Nous ne pouvons prétendre, dans les quelques pages qui suivent, exposer historiquement tout le débat, ni encore moins en donner une bibliographie complète. Nous renverrons seulement aux publications les plus importantes et les plus récentes. On trouvera, d'ailleurs, des indications bibliographiques rétrospectives dans le mémoire de W. M. DAVIS, *Glacial Erosion in France, Switzerland and Norway Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, XXIX, 1900, p. 274-322, 7 fig., 3 pl. phot., et dans notre article : *Fjords, cirques, vallées alpines et lacs subalpins (Annales de Géographie*, X, 1901, p. 289-294).

Parmi les bassins, il en est un généralement plus important : c'est celui qui correspond à la langue terminale du glacier quaternaire, comme l'atteste la ceinture de moraines en amphithéâtre qui l'entoure toujours du côté aval. C'est le *Zungenbecken* de Penck, expression souvent traduite par celle de « dépression centrale », à laquelle nous préférons celle de « cuvette terminale ».

Il y a là, réellement, un ensemble de particularités morphologiques des plus curieuses. Leur importance géographique est augmentée par leur influence sur tous les phénomènes physiques et éconómiques dont les Alpes sont le théâtre. Les bassins sont le siège d'anomalies thermiques remarquables : l'inversion de température s'y produit régulièrement en hiver, favorisant les pentes moyennes et fortifiant la tendance des villages à s'établir sur les cônes de déjections ou les épaulements. Ils sont aussi le siège d'anomalies pluviométriques : le climat y est relativement sec et lumineux, comme la végétation elle-même en témoigne (Valais, Maurienne, Engadine). Les parois de l'auge, lorsqu'elles ne sont pas trop abruptes, sont, du côté exposé au Midi (« adret »), particulièrement favorables aux cultures délicates, bénéficiant de l'insolation (vigne, arbres fruitiers), tandis que, du côté exposé au Nord (« ubac »), la forêt y est souvent conservée. Les épaulements sont, suivant leur altitude, le siège de villages permanents, de villages de printemps (« mayens ») ou de pâturages d'été. Les verrous, avec leurs gorges, et les vallées suspendues sont recherchés actuellement par les établissements industriels utilisant la « houille blanche ». Il est à peine besoin de rappeler le rôle social et politique joué par les bassins intérieurs (Maurienne, Tarentaise, Pinzgau, Valteline, etc.) : isolés par leurs verrous, ils sont restés longtemps des centres de vie locale et ont encore conservé des usages particuliers¹.

On peut dire, sans exagération, que toute la vie des Alpes est fonction des formes originales de leurs vallées. Il est donc peu de problèmes géographiques aussi importants que l'explication de ces formes.

Depuis qu'on en a reconnu les caractères, le besoin s'est fait sentir de trouver un facteur particulier capable d'en rendre compte. Dès que l'extension glaciaire quaternaire a été reconnue, on a songé à invoquer l'érosion glaciaire. Un des premiers arguments donnés à l'appui de cette hypothèse a été la coïncidence remarquable de l'aire des glaciers quaternaires avec celle des formes alpines : cirques,

1. L'influence de la topographie glaciaire alpine sur la géographie humaine a été récemment l'objet d'un excellent exposé de F. NUSSBAUM dans son étude : *Die Täler der Schweizeralpen* (*Wissenschaftliche Mitteilungen des Schweizerischen Alpen Museums in Bern*, n° 3, Bern, 1910, v + 116 p., fig., 7 pl.); voir particulièrement p. 104 et suiv.

lacs et vallées en U. L'extension croissante des connaissances géographiques et géologiques ne fait que confirmer cette liaison¹. Mais, s'il en résulte que les formes alpines sont dues aux agents d'érosion actifs pendant la période glaciaire, on peut encore douter qu'elles soient dues uniquement aux glaciers. La nécessité de préciser le processus du creusement glaciaire était déjà apparue à A. Helland ; mais ce sont A. Penck et W. M. Davis qui ont formulé avec le plus de netteté la théorie, souvent reprise depuis, que nous appellerons « théorie du lit glaciaire », et qui ont réussi par là à faire généralement admettre la possibilité d'une action érosive des glaciers aussi énergique ou même plus énergique que celle des cours d'eau².

Nous savons que les glaciers alpins quaternaires remplissaient presque entièrement les vallées alpines actuelles. On doit donc considérer ces vallées comme d'anciens lits de glaciers et les comparer aux lits des cours d'eau. On reconnaîtra alors que les irrégularités des lits glaciaires reproduisent, avec des dimensions plus grandes, celles des lits des rivières, qui offrent eux aussi des bassins et contre-pentes, et où le fond du lit des affluents se raccorde rarement avec celui du cours d'eau principal³. L'érosion glaciaire s'accommode aux différences de dureté des roches, comme l'érosion fluviale : de là l'explication de certains bassins et verrous ; mais c'est surtout au volume plus grand du glacier principal qu'est dû le surcreusement des grandes vallées par rapport aux vallées qui étaient les lits des glaciers secondaires.

Cette théorie a été reprise et largement développée par A. Penck, dans son admirable ouvrage sur les Alpes à l'époque glaciaire, rédigé en collaboration avec Ed. Brückner⁴. Parmi les nombreuses vues nou-

1. Cet argument est à peu près le seul que croie pouvoir retenir JENŐ V. CHOLNOKY dans sa discussion des formes alpines. (*Studienreisen in der Schweiz*, dans *Abrégé du Bull. Soc. Hongroise de Géographie*, supplément au *Földrajzi Közlemények*, XXXVI, 1908, p. 188-241, 23 fig. et pl.)

2. A. PENCK, *Die Ubertiefung der Alpen-Thäler* (*Verhandlungen des VII^m Internationalen Geographen-Kongresses Berlin 1899*, Berlin, 1901, II, p. 232-240) ; — W. M. DAVIS, art. cité.

3. Il n'est peut-être pas hors de propos de signaler que c'est Ed. STRESS qui a le premier esquissé l'interprétation des bassins glaciaires par comparaison avec les creux des cours d'eau. (*La Face de la Terre*, traduction EMM. DE MARGEMÉ, II, Paris, Librairie Armand Colin, 1900, p. 568-575. — L'analogie entre les lits de torrents et les lits glaciaires a été, d'autre part, nettement mise en lumière par J. BUCCHIES (*Erosion fluviale et érosion glaciaire...*, dans *Revue de Géographie annuelle*, [N. Sér.], I, 1906-1907, p. 281-308, mais, chose curieuse, comme un argument contre l'érosion glaciaire. Cette analogie a été récemment encore exposée en termes excellents par le général BENTHAUT dans le tome I de son ouvrage : *Topologie. Étude du terrain* (Paris, Service Géographique de l'Armée, 1909, p. 264 et suiv.), en montrant fort bien l'in vraisemblance de la conclusion que semblait vouloir en tirer J. BUCCHIES : il faudrait admettre que les vallées alpines ont été remplies d'eau, comme les lits des rivières.

4. A. PENCK et Ed. BRÜCKNER, *Die Alpen im Eiszeitalter*, Leipzig, 1901-1909, 3 vol. ; une traduction française des parties consacrées aux Alpes françaises a paru dans

velles mises en lumière, nous retiendrons seulement les suivantes. C'est à l'érosion glaciaire que sont dues à peu près entièrement les formes alpines. A la fin de l'ère tertiaire, le relief alpin présentait les caractères de la maturité; les restes des larges vallées qui existaient alors forment précisément l'espèce de terrasse reconnue par Ed. Richter sous le nom d' « épaulement ». Les vallées suspendues conservent aussi souvent des fragments de topographie pré-glaciaire. Dans certaines parties des Alpes (Valais, d'après Brückner), on peut reconnaître un second épaulement avec une seconde série de vallées suspendues, témoignant que, pendant une période inter-glaciaire, l'érosion a réussi à rétablir le relief de maturité.

Ce dernier point est, nous le verrons, très important. La reconnaissance de l'existence de plusieurs épaulements est un des grands mérites de Ed. Brückner. Mais c'est à H. Hess que nous devons la révélation d'épaulements multiples. D'après ce savant, continuateur de Finsterwalder dans ses études physiques détaillées des glaciers autrichiens, toutes les vallées alpines présentent quatre séries d'épaulements, quatre systèmes d'auges emboîtées. Chaque auge doit être interprétée comme un lit de glacier correspondant à une des quatre périodes glaciaires. C'est donc à peu près exclusivement à l'érosion glaciaire qu'est due la formation du relief alpin¹.

Les vues de H. Hess sont généralement repoussées par A. Penck et ses élèves. Mais, même sous une forme plus modérée, la théorie glaciaire des formes alpines est loin d'être acceptée par tous les géologues et géographes. Les premiers essais d'explication glaciaire se sont heurtés à des objections multiples. On pouvait essayer de trouver une autre explication pour chaque anomalie morphologique : influences lithologiques ou tectoniques, entravant l'évolution normale du modelé d'érosion. La théorie des influences lithologiques trouve encore des champions². Mais c'est surtout aux influences tectoniques

les *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble* en 1907 et 1909, et aussi dans les *Annales de la même Université : Les Alpes françaises à l'époque glaciaire*, extrait de ... « *Die Alpen im Eiszeitalter...* » trad. par LOUIS SCHADEL (*Annales Université Grenoble*, XVIII, 1906, p. 685-769, 6 fig. coupes; XIX, 1907, p. 1-64, 3 fig. coupes : — *Les glaciations des Alpes du Sud...*, trad. par PH. ARBOS (*ibid.*, XXI, 1909, p. 118-167, 2 fig.). Une analyse détaillée de la partie concernant le plateau suisse a été donnée par P. GIRARDIX, *Le modelé du plateau suisse à travers les quatre glaciations* (*Revue de Géographie annuelle*, [N. Sér.], 1, 1906-1907, p. 339-371, 6 fig.). — W. M. DAVIS lui-même est revenu à diverses reprises sur sa théorie de l'érosion glaciaire, notamment dans un article illustré de diagrammes merveilleusement expressifs : *The Sculpture of Mountains by Glaciers* (*Scottish Geographical Magazine*, XXII, 1906, p. 76-89, 3 fig. dessins). — Parmi les études récentes s'inspirant des mêmes principes, il faut signaler tout spécialement le travail de F. NUSSBAUM cité plus haut.

1. H. HESS, *Der Taltrug* (*Petermanns Mitteilungen*, XLIX, 1903, p. 73-77, pl. VI-VII); — *ib.*, *Alle Talboden im Rhonegebiet* (*Annales de Glaciologie*, II, 1907-1908, p. 321-361).

2. E.-A. MARTEL, *Creusement des vallées et érosion glaciaire* (*Association Fran-*

qu'on s'est adressé. A. Heim a attaché son nom à une hypothèse d'après laquelle les lacs subalpins seraient dus à un affaissement quaternaire brisant les thalwegs et déterminant des contre-pentes¹.

La théorie du surcreusement a trouvé dans W. Kilian un adversaire aussi souple qu'aclairné, habile à changer de tactique et à mettre successivement en lumière toutes les explications susceptibles de rendre inutile le recours à l'érosion glaciaire. La protection assurée aux reliefs anciens dans les vallées secondaires par une occupation des glaciers plus longue que dans les vallées principales, les creusements interglaciaires accompagnés de mouvements épirogéniques ou de déplacements du niveau de base, creusements plus rapides dans les vallées principales que dans les vallées secondaires, telles sont les principales théories développées par le savant géologue de Grenoble².

Ses études sur l'érosion tourbillonnaire suggéraient à J. Brunhes une autre théorie³. Ce n'est pas le glacier qui creuse verticalement, c'est le torrent sous-glaciaire. Les doubles gorges qu'on observe à l'extrémité des glaciers nous indiquent le processus normal; l'œuvre de l'érosion glaciaire proprement dite se borne à l'usure des bosses ainsi isolées.

Le conflit d'opinion paraissait arrivé à l'état aigu, lorsque le Congrès International de Géographie de Genève se réunit. Plusieurs séances consacrées exclusivement à la discussion du problème, une excursion dirigée par Ed. Brückner, dans le but de porter cette discussion sur le terrain, ne semblent pas avoir amené de résultat appréciable. La seule conclusion qu'on en ait pu tirer est que tout le monde s'accorde à reconnaître le caractère original des formes alpines et les considère comme liées à l'extension glaciaire quaternaire.

L'impression à laquelle on ne peut échapper, après une étude approfondie des différentes théories en présence, nous semble pouvoir être résumée ainsi. La théorie du lit glaciaire a sur toutes les autres l'avantage d'offrir un ensemble logique et parfaitement cohérent.

gaïse pour l'Avancement des Sciences, Compte rendu de la 35^e session, Lyon 1906, Notes et Mémoires, Paris, 1907, p. 1239-1260.

1. ALBERT HEIM, *Entstehung der Alpenen Rundseen (Vierteljahrsschr. d. Züricher Naturforsch. Gesellschaft, XXXIX, 1894, p. 66-84)*. — Cette théorie a été admise par A. DE LAPPARENT (*Leçons de Géographie physique, 3^e éd., Paris, 1907, p. 177 et suiv.*) et reprise par E. ROMER (*Sur les zones morphologiques de la Suisse occidentale, dans C. r. Ac. Sc., CXLIX, 1909, p. 71*) et par E. GOGARTEN (*Ueber alpine Rundseen und Erosionsterrassen im besondern des Linthtales, dans Petermanns Mitteilungen, Ergzh. n° 165, 1910, VII + 80 p., 3 fig., 5 pl.*).

2. W. KILIAN, *Note sur le « surcreusement » (« Ueberlieferung ») des vallées alpines* Bull. Soc. Géol. de France, 3^e sér., XXVIII, 1900, p. 1003-1005; — *Id., L'érosion glaciaire et la formation des terrasses* La Géographie, XIV, 1906, p. 261-274, fig. 43-45).

3. J. BRUNHES, *Erosion fluviale et érosion glaciaire, p. 281 et suiv.*

Son principe admis, la genèse de presque toutes les formes alpines se conçoit aisément. Au contraire, un certain flottement se remarque dans le camp de ses adversaires; la division y règne, et le même auteur présente parfois des objections contradictoires. On se trouve rarement en présence d'un principe général, mais plutôt d'explications particulières à chaque cas. La durée de la publication de leur grand ouvrage a permis à A. Penck et Ed. Brückner d'attaquer et souvent de ruiner définitivement la plupart de ces explications. L'absence de dislocations tectoniques pouvant rendre compte des bassins a été partout notée. Il a été prouvé, en plusieurs points, que l'une des explications proposées par W. Kilian était contraire aux faits, les vallées principales ayant été occupées plus longtemps par les glaciers que les vallées secondaires¹. D'autre part, il reste évident que, en aucun cas, l'action seule des eaux courantes ne peut expliquer les contre-pentes. Les creusements interglaciaires invoqués par W. Kilian sont incapables de rendre compte des bassins et des verrous. L'action des cours d'eau sous-glaciaires invoquée par J. Brubnes est également impuissante dans ce cas.

En présence de cette situation, on a le droit de s'étonner que la théorie glacialiste ne soit pas universellement adoptée. Et cependant il est difficile d'échapper à l'impression qu'elle n'est pas entièrement satisfaisante. Cette impression paraît être celle de beaucoup d'esprits personnels et d'observateurs indépendants. On a le sentiment qu'on demande vraiment trop aux glaciers, quelle qu'ait pu être leur puissance. Ce sentiment est, évidemment, celui qui pousse des savants comme W. Kilian à essayer successivement toutes les explications possibles, et qui inspire encore l'hostilité de maîtres glaciologistes comme A. Heim et F.-A. Forel. Dans la théorie de H. Hess, les Alpes sont une monstruosité parmi les montagnes qui nous sont connues, tout y étant dû à l'érosion glaciaire, et l'on a le droit de s'étonner de retrouver quelques-uns de leurs traits caractéristiques dans des montagnes qui n'ont pas connu de glaciers comparables aux glaciers alpins. Pourquoi les Karpates Méridionales ont-elles des vallées en gorge creusées dans des plates-formes non structurales, témoignant d'une évolution vers la maturité, et des épaulements formant des vallées emboîtées, comme dans la vallée transversale du Jiu²? Pourquoi les Vosges et le bord cévenol du Massif Central ont-ils aussi des vallées

1. Notamment dans la haute Durance. [A. PENCK u. ED. BRÜCKNER, *ouvr. cité*, p. 729-732.] — P. LORY a montré la même chose pour le Grésivaudan. *Quelques observations sur le Pleistocène de la région grenobloise* (Extrait, pour le texte, des *Annales Université Grenoble*, XV, 1903; Grenoble, 1903, in-8, 5 p., 2 pl. croquis et coupes.)

2. EMMI DE MARTONNE, *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (Karpates Méridionales)* (*Revue de Géographie annuelle*, [N. Sér.], I, 1906-1907, p. XI-XXI, 1-279, 91 fig., 14 pl.).

emboîtées, qu'on peut expliquer par des cycles d'érosion successifs? Pourquoi les massifs calcaires ont-ils des vallées suspendues typiques, comme on en observe notamment dans le Jura et le Vercors¹? La théorie de Penck, bien que tenant compte davantage de l'érosion interglaciaire, éveille la même méfiance.

C'est sous l'influence de ces idées qu'est née la théorie que nous voudrions esquisser ici. Plusieurs campagnes de courses alpines (1904-1909) nous ont révélé des faits de plus en plus nombreux, demandant une explication nouvelle². Après bien des tâtonnements, la nécessité nous est apparue de reprendre l'examen du mécanisme de l'érosion glaciaire, à la lumière des faits révélés par l'étude physique des glaciers, et en utilisant le recul de tous les appareils glaciaires alpins, pour étudier la répartition des traces d'érosion dans la partie de leur lit récemment abandonnée. Nous avons été conduit à formuler une théorie mécanique de l'érosion glaciaire, qui permet d'expliquer logiquement la genèse des formes alpines, en restreignant le rôle des glaciers dans l'approfondissement des vallées, tout en réservant un rôle important aux mouvements du sol et au travail des eaux courantes préglaciaires et interglaciaires. Si le résultat apparaît comme une tentative de conciliation de théories opposées, l'idée de trouver une pareille conciliation est restée entièrement étrangère aux recherches qui y ont conduit. Mais il est peut-être permis de voir là une sorte de présomption en faveur de la justesse de nos conclusions. Dans un débat où les contradicteurs sont des savants et des observateurs tels que A. Heim et W. M. Davis, W. Kilian et A. Penck, J. Brunhes et Ed. Brückner, il était vraisemblable qu'une part de vérité avait été mise en lumière de chaque côté.

II. — LE PROCESSUS DE L'ÉROSION GLACIAIRE. OBSERVATION DES FRONTS DE GLACIERS.

Les glaciers alpins sont sujets à des variations périodiques, au cours desquelles une portion assez considérable de leur lit reste à découvert pendant plusieurs années. Nous sommes actuellement dans une phase de recul particulièrement marquée. L'idée d'en profiter pour essayer de saisir sur le vif le travail du modelé glaciaire n'est point

1. E. DE MARTONNE et A. CHOLLEY, *Excursion géographique dans les Alpes du Dauphiné (Vercors et Oisans)* Bull. Soc. Géog. Lyon et Région lyonnaise, 2^e sér., I, fasc. 5, 1908, p. 201-241, 8 fig., 6 pl.

2. Rien n'a été publié à ce sujet jusqu'à la fin de 1909, où la substance des idées développées ici a été exposée dans trois notes parues aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*: *Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins* (C. r. Ac. Sc., CXLIX, 1909, p. 1413-1415); — *Sur la théorie mécanique de l'érosion glaciaire* (*ibid.*, CL, 10 janv. 1910, p. 135-138); — *Sur la genèse des formes glaciaires alpines* (*ibid.*, 24 janv. 1910, p. 243-246).

nouvelle. Mais on peut s'étonner à bon droit que l'observation des mêmes faits ait suggéré les théories les plus contradictoires. Le front du glacier de Grindelwald a été étudié par A. Baltzer et par A. Penck; J. Vallot, J. Brunhes et E. Romer d'un côté, Ed. Brückner et F. Nussbaum de l'autre ont examiné l'extrémité du Glacier des Bois et du Glacier de Fiesch. Pendant plusieurs campagnes d'été, j'ai moi-même étudié un grand nombre de fronts glaciaires dans les Alpes suisses et françaises, y trouvant tour à tour des arguments favorables ou défavorables à la théorie glacialiste.

Cette seule constatation ne prouve-t-elle pas que l'érosion glaciaire agit très inégalement sur les différentes parties du lit d'un glacier alpin?

Parmi les indices d'érosion glaciaire, on cite généralement les surfaces polies, les stries et les cannelures. On peut se convaincre par l'étude de rochers granitiques dans les gorges du Massif Central que des surfaces polies peuvent être produites par un ruissellement uniforme. Sans nier que la glace elle-même puisse polir, nous croyons qu'une grande partie des polis, si remarquables sur les fronts glaciaires, est attribuable au ruissellement des eaux de fonte, toujours plus ou moins chargées de matériaux morainiques fins. Quant aux stries et aux cannelures, leur parallélisme, leur allure rectiligne, leur direction souvent remontante, tout confirme leur interprétation classique. Mais il y a lieu de tenir compte d'une autre forme d'érosion, désignée par A. Baltzer sous le nom de *splitternde Erosion*¹, et qui consiste dans l'arrachement brusque de fragments plus ou moins gros de roches en place. Son action se fait sentir surtout sur les roches bien litées et traversées de diaclases perpendiculaires aux joints de stratification. Aucun doute n'est possible, en présence des observations et des photographies publiées, sur la possibilité pour la glace d'enlever des fragments rocheux ayant perdu adhérence par suite de l'élargissement des joints et diaclases.

A côté de ces traces d'érosion glaciaire, on observe, à l'extrémité des glaciers, des traces incontestables d'érosion torrentielle : ce sont des gorges à parois abruptes, verticales ou même surplombantes, dont les formes hélicoïdales laissent reconnaître des sections de marnites conjuguées.

Y a-t-il une loi réglant la répartition des traces d'érosion glaciaire et torrentielle? Je crois l'avoir trouvée en considérant la forme du lit glaciaire, son profil longitudinal et transversal.

La plupart des glaciers alpins actuels se terminent par un front

1. A. BALTZER, *Studien am Unter-Grindelwaldgletscher über Glacialerosion, Längen- und Dickenveränderung in den Jahren 1892 bis 1897* (Neue Denkschriften der allgem. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, XXXIII, Abth. 2, 1898, 20 p., 11 pl. phot. et plan).

crevassé en pente assez forte, dominant une sorte de « palier » (*Boden*, dans la Suisse allemande), sur lequel la glace s'avancait lors de la crue précédente. Souvent un « vallum » de moraines frontales à arêtes vives et plusieurs petits amphithéâtres de moraines stadières indiquent nettement cette extension récente. Le front glaciaire laisse généralement à découvert plus ou moins complètement un « gradin » abrupt dominant le palier, et dont le bord supérieur présente, lorsqu'il est encore occupé par le glacier, une imposante cascade de séracs. Il n'est personne ayant visité, même très rapidement, un massif glaciaire, qui ne retrouve dans ses souvenirs une image répondant à cette description généralisée¹.

Le lit glaciaire à découvert, considéré à la fois dans la région du gradin et dans celle du palier, est remarquable par sa largeur et par sa pente irrégulière. Au contraire, les gorges torrentielles sont étroites et profondes, d'autant plus profondes que la pente est plus forte. Si la forme du lit glaciaire est bien due au glacier, comme celle de la gorge torrentielle au torrent, il est donc vraisemblable de conclure que le glacier tend à élargir la section de la vallée, le torrent à l'encaisser; que celui-ci cherche à régulariser la pente, ce que ne fait pas celui-là. Mais examinons de plus près la répartition des traces d'érosion glaciaire et torrentielle, en considérant successivement le gradin et le palier.

Sur le gradin, la roche est partout à nu, généralement polie. Lorsqu'on y recherche les stries, cannelures ou arrachements, dans l'espérance de trouver en abondance les traces du glacier qui la recouvrait il y a quelques années à peine, on est souvent exposé à des déceptions. Stries, cannelures, arrachements sont relativement rares. Il faut les chercher sur les bords soit du lit glaciaire majeur, soit des lits secondaires, dont le fond est généralement occupé par un torrent. S'il y a dans le gradin une atténuation de pente, une bosse médiane, un petit palier, on a toute chance d'y trouver des stries ou cannelures vigoureuses, ou même des arrachements : Grindelwald, le Glacier des Bois, le Glacier de Fiesch peuvent être signalés comme particulièrement favorables à ces constatations.

Les gorges torrentielles sont un trait caractéristique de la topographie du gradin. Elles ne sont pas toujours disposées latéralement ni limitées au nombre de deux, comme le veut la théorie de J. Brundis : il est des cas où il n'y en a qu'une (*Rosenlani*); souvent, il y en a quatre ou plus (*Glacier Blanc*, *Glacier de Fiesch*, etc.), qui ne fonctionnent pas toutes simultanément. On voit souvent le glacier, pendant les périodes de recul, abriter au fond de ces gorges une langue

1. Une planche de notre *Traité de Géographie physique* (Paris, 1909, pl. xxvi B : glacier du Lammern) peut en donner une idée.

terminale qui s'amincit d'année en année. Cette disposition, si frappante actuellement au Glacier des Bois, à Fiesch et ailleurs, a impressionné bien des auteurs (J. Vallot, J. Brunhes, E. Romer), en donnant l'illusion que le torrent fait tout, le glacier peu de chose, ce qui est bien vrai à l'endroit et au moment où est faite l'observation, mais seulement à cet endroit et à ce moment. Il nous paraît certain que la formation des gorges torrentielles n'est pas limitée à la période de recul du glacier. Pour trancher la question, il suffit de porter son attention sur la position des moraines frontales et latérales récentes de glaciers qui sont actuellement arrêtés au haut d'un gradin. Ces moraines, perchées dans des situations souvent extraordinaires, forment parfois des arcs de cercle entourant des gorges torrentielles (Trift, Hochlicht, etc.). Il n'y a donc pas de doute que la gorge se soit développée sous le glacier.

Descendons du gradin sur le palier. L'observation des traces d'érosion glaciaire y est rendue difficile par l'accumulation des moraines ; mais, partout où affleure la roche à nu, ces traces sont évidentes. Qu'on se promène sur le Boden du Glacier de Fiesch, sur celui de Rosenlaur ou même de Grindelwald, il est rare de trouver une roche en place qui ne soit moutonnée, striée, cannelée, ou ne porte des traces d'arrachement. Rien de plus intéressant que de voir les placages morainiques, en partie lavés par le torrent, laisser à découvert les plus belles surfaces striées. L'érosion torrentielle, par contre, est loin de jouer le même rôle que sur le gradin. Les eaux se concentrent généralement en un seul chenal, mais la pente est moins forte ; toute l'activité du torrent se borne souvent à trancher le vallum de moraine frontale et à en étaler les débris ; il n'y a érosion que là où la pente augmente.

En résumé, il semble que l'érosion glaciaire soit moins marquée sur le gradin que sur le palier ; tout au moins doit-on reconnaître que son rôle, sur le gradin, est moins évident que celui de l'érosion torrentielle ; pendant les périodes de décrue, l'on a l'impression très nette que le torrent est plus actif que le glacier. Il en est tout autrement sur le palier, où, même après le recul du glacier, le torrent ne joue pas un grand rôle, et où l'on trouve partout des traces d'érosion glaciaire.

Il reste établi que l'érosion torrentielle joue un rôle évident dans le façonnement du lit glaciaire ; elle tend à décomposer le gradin en sciant des gorges, que le glacier élargit en striant et cannelant leurs bords. Voilà ce que J. Brunhes a parfaitement reconnu : mais il a eu le tort d'en conclure que tout le lit glaciaire était façonné par ce processus. Il est impossible d'admettre que les torrents sous-glaciaires jouent partout le rôle qu'on doit leur reconnaître dans le façonnement des gradins de front glaciaire ; les eaux de fonte deviennent, en

effet, de moins en moins abondantes en remontant vers la région du névé. Par contre, l'épaisseur du glacier augmente vers l'amont. Il peut être légèrement réduit pendant les périodes de recul, mais sans jamais tomber à l'état d'impuissance qui a si vivement frappé les observateurs des fronts de glaciers alpins actuels. Vouloir juger de l'importance de l'érosion glaciaire par ce que nous montrent les fronts de glaciers en général est aussi peu logique que le serait la prétention de juger de l'importance de l'érosion fluviale par l'observation d'un oued au moment où il se perd dans les sables.

Concluons donc que le gradin à gorges torrentielles est une forme de front glaciaire. Un grand nombre de verrous des vallées alpines ont déterminé un stationnement du front glaciaire pendant les périodes de retrait des grands glaciers quaternaires et ont fonctionné quelque temps comme gradin de front glaciaire. Tels le Kirechet de Meiringen, le verrou de Saint-Maurice en Valais, les anciens verrous d'Aussois et de Modane en Maurienne, etc. Mais on ne doit pas oublier, en examinant ces cas, l'existence du verrou lui-même, que l'érosion torrentielle ne saurait aucunement expliquer¹.

On peut déjà considérer comme un résultat important de l'étude des fronts glaciaires la reconnaissance du vrai caractère et de la signification du gradin à gorges torrentielles. Mais nous attachons encore plus de prix à la découverte d'une relation entre l'inégale répartition des traces d'érosion glaciaire proprement dite et la forme du lit. Ces traces sont, en général, plus marquées sur les bords, ce qui tend à prouver que le glacier travaille plutôt à élargir son lit qu'à l'approfondir. Elles sont en rapport avec la pente longitudinale : plus rares quand la pente augmente, se multipliant quand la pente diminue. Cette dernière constatation peut, au premier abord, surprendre ; mais certains faits observés sur le bord des glaciers sont de nature à en fournir une explication valable au moins pour la langue terminale. En pénétrant dans les grottes naturelles ou artificielles, on peut s'assurer que la glace ne porte pas partout sur la roche ; elle s'en écarte particulièrement sur les pentes raides. La moraine de fond fait parfois défaut aux mêmes endroits². On a cru pouvoir tirer de ces faits un

1. Les *Platten*, ou bosses isolées, qui ont été présentées par J. Buxues, suivi par E. Rozza, comme des témoins de l'usure du lit par les torrents sous-glaciaires, représentent des accidents de gradins de front glaciaire à demi ensevelis sous les alluvions qui cachent leurs relations naturelles. La plupart, d'ailleurs, sont situées latéralement et non au milieu de la vallée, comme le voudrait la théorie de J. Buxues (Roches de Sion, Le Montet de Bex, etc.).

2. Le manque d'adhérence et l'absence de moraine de fond ont été constatés aux Mottets (Mer de Glace), par J. Vallot (*La moraine profonde et l'érosion glaciaire*, dans *Annales Observatoire météorologique, physique et glaciaire du Mont-Blanc*, III, 1898, p. 153-182). — F.-A. Fouat a plusieurs fois tiré argument de semblables constatations pour nier l'érosion glaciaire ; tout récemment encore (*Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat., Procès-Verbaux*, 1910, p. III-VI).

argument contre la possibilité de l'érosion glaciaire; il est seulement permis d'en conclure que l'érosion peut faire défaut en certains points, et d'y voir une explication de la répartition des stries révélée par l'étude des fronts glaciaires.

Mais peut-on généraliser ces conclusions en les étendant à la partie du lit glaciaire qui ne nous est pas directement accessible? Nous touchons ici à la limite du champ que l'observation directe permet d'éclairer. Il nous faut recourir à la théorie et essayer de déterminer les conditions générales de l'érosion glaciaire.

III. — LE PROCESSUS DE L'ÉROSION GLACIAIRE. THÉORIE MÉCANIQUE.

Si les glaciers sont capables d'éroder leur lit, cette action est due, évidemment, au frottement qu'exerce leur masse, entraînée par la pesanteur, de la région du névé, où la glace s'élabore, à la langue terminale, où s'opère une fusion continue. Nul doute que le travail mécanique fourni par des masses aussi formidables ne soit considérable; la question qui se pose est d'évaluer la part qui revient dans ce travail à l'usure du lit. C'est là un problème de mécanique physique qui implique la connaissance des lois du mouvement des glaciers. Nous allons essayer de le traiter brièvement, sans recourir à des démonstrations mathématiques d'une rigueur plus apparente que réelle, en tenant compte des résultats précis auxquels a conduit l'étude des glaciers alpins¹.

Pour un œil inexpérimenté, la glace de glacier est un corps solide, d'une dureté extraordinaire même; nous savons, cependant, qu'elle se meut d'un mouvement qui n'est pas uniforme, plus rapide au milieu que sur les bords, à la surface qu'à l'intérieur; c'est donc une sorte de fluide, comme l'eau. On a depuis longtemps comparé le mouvement de la glace à celui de la cire fondue. Des recherches de laboratoire ont permis de préciser les différentes propriétés physiques de la glace de glacier (densité moyenne, chaleur spécifique, élasticité, plasticité) et ont montré qu'on devait la ranger dans la catégorie des « fluides visqueux », selon la définition de Maxwell².

Pour mieux faire comprendre l'importance de la question, envisageons les cas extrêmes d'un fluide parfait et d'un solide se déplaçant sous l'influence de la pesanteur en contact avec une surface solide sur laquelle ils frottent. Le solide glisse tout d'une pièce, sans déplacement relatif de ses différentes parties intérieures, par con-

1. On trouvera l'exposé le plus complet de ces recherches dans le beau livre de H. HESS, *Die Gletscher*, Braunschweig, 1904. — Nous nous dispenserons, par suite, en général, dans ce bref exposé, de renvoyer aux mémoires originaux.

2. J. C. MAXWELL, *La chaleur*, trad. G. MOURET, Paris, 1891, p. 379.

séquent sans frottement interne sensible. Une variation de vitesse trop brusque, par suite d'un renversement de la pente, pourrait, cependant, déterminer des tensions internes capables de produire une dislocation. Le frottement externe est toujours considérable et accompagné de production de chaleur. La glace de glacier n'est pas un solide glissant; sa plasticité est pourtant limitée, comme le montrent les crevasses qui se produisent quand la section ou la pente du lit varie, et dont la production représente une perte notable de force vive. C'est dire qu'elle est également loin de la condition d'un fluide parfait.

Un fluide parfait ne glisse pas, mais s'écoule avec déplacement relatif de ses molécules, par conséquent avec un frottement interne considérable et en adhérant parfaitement à son lit. C'est du frottement interne que résulte surtout la production de chaleur. Le frottement externe est réduit d'autant.

Un certain nombre de corps solides acquièrent, sous l'influence de pressions considérables et prolongées, des propriétés intermédiaires entre celles des solides proprement dits et des fluides; ce sont des fluides visqueux. Tels sont les métaux comme l'acier et le cuivre, le verre; telle la glace de glacier, dont la masse énorme, sous l'influence de la pesanteur, exerce une poussée formidable et continue depuis le névé jusqu'à la langue terminale. Le fluide visqueux garde sa solidité apparente, mais présente les apparences de l'écoulement, se moulant sur son support solide, autant que le lui permet sa plasticité et la rapidité du mouvement. Il y a frottement interne et frottement externe, production de chaleur et, dans le cas où les tensions développées par les variations de pente sont trop fortes, dislocations. La production de chaleur est très importante dans le glacier; c'est elle qui détermine une fusion partielle à la limite des grains. On sait que cette fusion, suivie de regel, est un des éléments les plus importants de la plasticité de la glace.

Trois conclusions peuvent être tirées de cette analyse: 1° Il est impossible de nier le frottement externe et par conséquent la possibilité de l'érosion glaciaire. Ce serait oublier la nature physique de la glace, qui est bien loin d'être un vrai fluide. — 2° Il n'est pas possible d'assigner au frottement externe une valeur en rapport avec les forces énormes mises en jeu. Sans pouvoir établir quantitativement la décomposition du travail fourni, nous pouvons dire que la part du frottement externe est réduite par le frottement interne, la production de chaleur et les cassures. Il y a donc lieu de se défier de toute théorie géologique qui accorde aux glaciers un pouvoir d'érosion considérable¹.

1. L. DE MARCHI est arrivé aux mêmes conclusions en essayant d'analyser mathématiquement les variations du frottement interne (*L'attrito interno nel movimento dei ghiacciai* dans *Rendiconti Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, ser. 2, XXX, 1897, p. 284-303).

— 3° Le frottement externe doit présenter des variations très grandes en rapport avec celles du frottement interne, de la chaleur, et avec la production des cassures. Il importe d'en trouver la loi, si l'on veut comprendre le mécanisme de l'érosion glaciaire.

Nous avons tenté de réunir dans une formule les principaux facteurs dont dépend le frottement externe. La relation la plus évidente est celle avec la vitesse (v). Pour les cours d'eau, on admet une relation directe avec v ou v^2 . On admet aussi que le frottement est fonction de la pression exercée sur le fond (pression hydrostatique), variant comme la profondeur moyenne de la section (h) et le cosinus de la pente superficielle ($\cos. \alpha$). Nous pouvons appliquer ces données aux glaciers en nous rappelant que si l'eau n'est pas un fluide parfait, la glace de glacier est encore beaucoup plus visqueuse. Nous devons aussi tenir compte de la densité (D), dont le frottement doit évidemment suivre les variations, et de l'adhérence au lit (A), qui n'est pas parfaite partout, à cause du défaut de plasticité de la glace. L'eau des rivières ne se moule pas toujours exactement sur le lit; elle perd contact dans les cataractes, où la pente du fond devient très irrégulière; la glace est encore plus sensible aux inégalités du lit, comme en témoignent les crevasses superficielles et profondes. Nous arrivons à la formule suivante, dans laquelle seul g est une constante¹.

$$F = g v h D A \cos. \alpha$$

Sans pouvoir soumettre cette formule à une discussion analytique générale, on peut espérer fixer le sens et les limites des variations des principaux facteurs suivant la forme du lit, pour un glacier alpin idéal stationnaire (c'est-à-dire n'éprouvant ni crue ni décrue). Supposant la largeur constante, nous envisagerons d'abord les variations dans le sens longitudinal.

La profondeur et l'adhérence diminuent rapidement, pour devenir nulles aux deux extrémités de l'appareil glaciaire : rimaye et langue terminale. On doit donc trouver en ces deux points le minimum de frottement. D'où résulte cette première loi :

a) *Les parties supérieures du névé et l'extrémité de la langue sont des lieux d'érosion à peu près nulle.* Cette loi confirme et explique nos constatations sur les gradins de front glaciaire, dans le modelé desquels nous avons reconnu la part prépondérante de l'érosion tor-

1. Cette formule ne diffère que par la considération de l'adhérence de celle employée par OBIS (*Essai d'une application des principes de la mécanique à l'écoulement des glaciers*, dans Bull. Société Vaudoise Sc. Nat., XXIV, 1888, p. 33-63). Le but que se proposait cet auteur était, d'ailleurs, différent du nôtre. Pour pouvoir intégrer l'équation du mouvement, il a été amené à des simplifications, supposant un glacier idéal tellement éloigné des conditions géographiques les plus communes que la valeur de ses conclusions reste très problématique.

rentielle. Elle explique aussi que les parois en amphithéâtre des cirques glaciaires soient dépourvues de traces d'érosion.

Les variations des facteurs v et $\cos. z$ sont très importantes à considérer, car elles sont de signe contraire, la vitesse étant à peu près proportionnelle à la pente superficielle et à la profondeur (approximativement $v = k\sqrt{h(g, z)}$). Nous avons dressé les profils longitudinaux d'un certain nombre de glaciers alpins d'après des cartes en courbes. La pente superficielle y peut dépasser 50 p. 100 en dehors de la langue terminale, où la pente très forte est due à l'ablation. Quant à la vitesse, nous disposons d'un grand nombre d'observations montrant toujours des valeurs très faibles. En moyenne, si l'on fait abstraction de la langue terminale et du haut névé, où le mouvement est très lent, la vitesse moyenne varie du simple au double dans le sens du profil longitudinal (40 à 80 m.). L'extrême lenteur et l'uniformité relative du mouvement des glaciers s'opposent à ce qu'on accorde à la vitesse un poids comparable à celui des autres facteurs; le coefficient de v est donc très probablement au-dessous de la valeur pour laquelle $\cos. z$ serait éliminé de la formule.

Les variations de l'adhérence sont difficiles à évaluer. Elles sont considérables dans la langue terminale, où l'observation montre qu'elles sont inversement proportionnelles à la pente superficielle. Il est évident que ces variations doivent être beaucoup moins fortes dans le glacier d'écoulement et le névé. L'adhérence augmente avec la profondeur, qui assure la plasticité de la glace¹. Les dislocations des bandes dans les chutes de séracs, les cicatrices observées sur toute l'épaisseur du glacier, les crevasses de fond enfin, dont l'existence, mise en doute par certains auteurs, a pu cependant être constatée², prouvent que l'adhérence varie notablement sur toute l'étendue du glacier, ces variations étant directement proportionnelles à la profondeur et inversement à la pente³ (approximativement $A = \frac{h}{\text{tg. } z}$). Ainsi l'adhérence représente un nouveau facteur dont les variations sont de signe contraire à celles de la vitesse. Il est donc évident que *les lieux de frottement maximum ne peuvent coïncider avec les lieux de vitesse maximum*⁴.

1. Le manque d'adhérence dans la langue terminale est en rapport avec les crevasses superficielles et profondes, qui souvent se rejoignent. Ces crevasses témoignent de la faible plasticité de la glace, dont l'épaisseur a considérablement diminué, et de la fusion presque constante, empêchant la cicatrisation des cas sûres.

2. Notamment au Glacier de Fiesch, par Hugli (H. Hess, ouvr. cité, p. 159).

3. Il y aurait lieu de considérer le rôle de la moraine profonde, qui forme une sorte de conglomérat à ciment de glace. Plus épaisse, elle diminue l'adhérence en augmentant le frottement interne. Or son épaisseur dépend principalement de la pente du fond du lit, qui est en rapport avec la pente superficielle.

4. La considération de la densité ne peut changer ce résultat. Ses variations

En définitive, les deux facteurs dont dépend surtout le frottement sont la profondeur et le cosinus de la pente superficielle. Il en résulte cette nouvelle loi :

b) Les lieux de frottement maximum se trouvent en aval et en amont des ruptures de pente.

Nous avons essayé de rendre cette conclusion sensible par une démonstration graphique. Considérant un glacier idéal stationnaire, dont la largeur du lit est à peu près constante et dont le profil longitudinal présente trois paliers qui reproduisent, en les atténuant, les ruptures de pente des paliers du thalweg, nous avons construit, point par point, une courbe indiquant les variations du frottement en fonction de la profondeur et de la pente superficielle, d'un bout à l'autre du

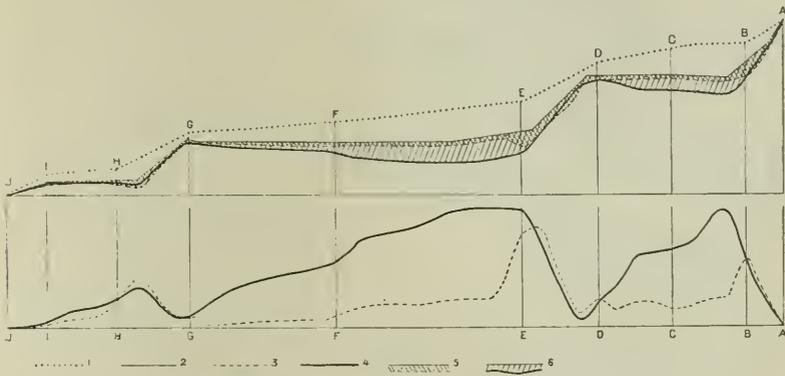


FIG. 1. — Variation dans le sens longitudinal du frottement et de l'érosion.

1. Profil longitudinal du glacier: — 2. Profil longitudinal de son lit: — 3 et 4. Courbes exprimant les variations du frottement (3 suivant $h^2 \sin. \alpha$, 4 suivant $h^2 \cos. \alpha$); — 5 et 6. Parties du lit érodées suivant que les variations du frottement répondent aux courbes 3 ou 1.

glacier. Les produits ont été formés suivant plusieurs combinaisons différentes, accordant un poids plus ou moins grand à la vitesse et à l'adhérence. Le rythme général de toutes les courbes est sensiblement le même : les maxima sont toujours au pied des ruptures de pente, les minima vers le haut des gradins. Nous reproduisons seulement (fig. 1) deux courbes répondant aux cas extrêmes (produit : $h^2 \sin. \alpha$, et produit : $h^2 \cos. \alpha$). La modification du profil longitudinal du lit par l'érosion, supposée proportionnelle au frottement, est marquée pour les deux cas. On voit que c'est dans le second cas que le profil se rapproche le plus de celui du thalweg d'une vallée glaciaire. Il y a formation de bassins sur chaque palier, avec contre-pente au-dessus de chaque gradin. Ce premier résultat atteint, comment se poursuivra

locales ne sont guère appréciables; dans l'ensemble, elle augmente du névé vers la langue terminale.

l'évolution? Sans reprendre les calculs, le raisonnement indique que les anomalies du profil vont s'accroître. Une contre-pente, si faible soit-elle, agit dans le même sens et avec plus de poids qu'une diminution de pente du fond du lit, c'est-à-dire en augmentant la profondeur et diminuant la pente superficielle du glacier¹.

On peut appliquer la même méthode graphique à l'étude de l'influence des variations du profil transversal sur le frottement. Les graphiques reproduits ici (fig. 2-3) peuvent dispenser d'entrer dans une discussion détaillée². Les conditions de pente du thalweg (TT) et de largeur du lit, avec leurs conséquences sur la profondeur (AT, BT, etc.), sont mises en lumière par les sections d'une portion de lit glaciaire supposé rectiligne (fig. 2). Dans le cas où il y a étranglement sans rupture de pente du thalweg (fig. 2, 1), le frottement est maximum à l'étranglement (fig. 3, courbe 1), d'où atténuation de pente et tendance à formation d'un bassin avec contre-pente au-dessous de l'étranglement (fig. 3, profil 1). — Dans le cas où il y a un gradin dans le thalweg, si l'étranglement est au pied du gradin (fig. 2, II), le maximum de frottement est au pied du gradin et sur l'étranglement (fig. 3, courbe 2), d'où tendance à la formation d'une cuvette au pied du gradin et à l'aval de l'étranglement (fig. 3, profil II). Si l'étranglement est en amont du gradin (fig. 2,

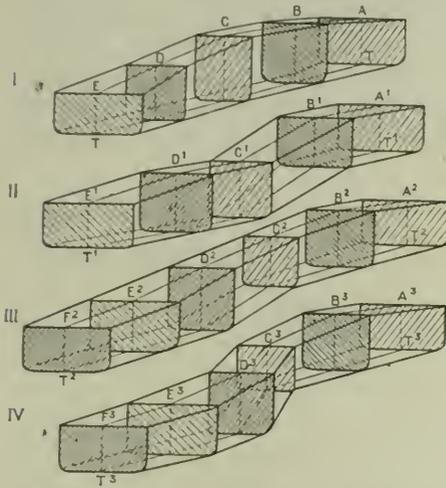


FIG. 2. — Diagramme montrant les variations de largeur, de profondeur et de pente superficielle d'un glacier à lit irrégulier.

I. Cas d'un étranglement du lit sans rupture de pente du thalweg; — II. Rupture de pente du thalweg au-dessus de l'étranglement; — III et IV. Rupture de pente au-dessous de l'étranglement (la rupture de pente deux fois plus forte dans le cas IV).

1. Les creux et les bosses continueront à s'accroître jusqu'au point où le développement des creux fera disparaître les bosses, amenant une régularisation du profil et un abaissement général du thalweg.

2. On a calculé les courbes de frottement suivant les mêmes formules, répondant à des hypothèses différentes, que pour l'étude de l'influence du profil des thalwegs. Nous ne donnons ici que les courbes du produit $h^2 \cos. \alpha$. Les profondeurs des sections sont déterminées d'après les variations de la longueur et de la pente longitudinale suivant une loi tirée de l'observation des glaciers alpins actuels, sur laquelle nous reviendrons.

III), il y a deux maxima de frottement au-dessus et au-dessous de la rupture de pente (fig. 3, courbe 3), d'où tendance à la formation de deux cuvettes (fig. 3, profil III). Pour une rupture de pente plus forte (fig. 2, IV; fig. 3, courbe 4), les modifications du profil sont plus marquées (fig. 3, profil IV).

Ainsi les variations de largeur du lit ont pour effet de surexciter localement le frottement, en amenant la formation de ruptures de pente dans le thalweg, même lorsqu'il n'y en avait pas originairement. Le cas I, qui paraît être assez rarement réalisé dans les glaciers alpins actuels, passe par suite assez vite au cas II. Pour que le maximum d'érosion persiste à l'étranglement, il faut que la pente du thalweg soit très faible et l'étranglement très marqué.

Le cas II ne peut être non plus considéré comme stable. La modification apportée au profil du thalweg déplace le gradin par rapport à l'étranglement, en rapprochant des conditions du cas III, qui paraît être le plus fréquent dans les glaciers alpins actuels. On voit que la tendance est, en définitive, vers la formation de deux cuvettes de part et d'autre de l'étranglement. Cette tendance est plus ou moins marquée, et la position des points d'érosion maximum peut être plus ou moins proche de l'étranglement, suivant la valeur relative des ruptures de pente et des resserrements du lit.

Nous sommes arrivé au terme de l'analyse mécanique du frottement. Sans lui donner une forme mathématique semblant assurer à nos conclusions une valeur théorique absolue, nous croyons avoir choisi des exemples répondant assez exactement aux cas extrêmes observables dans la nature, pour que le sens et les limites des varia-

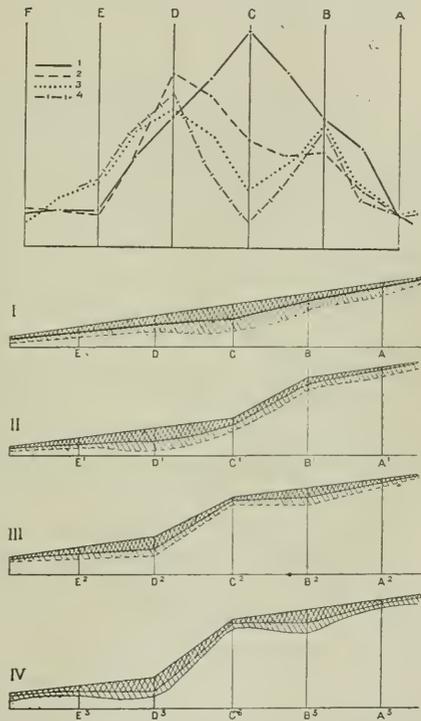


FIG. 3. — Courbes exprimant les variations du frottement et profils indiquant l'érosion du lit glaciaire dans les quatre cas de la fig. 2.

Les lettres correspondent à celles de la figure 2. — Le quadrillé et le grisé représentent deux stades successifs d'érosion.

tions puissent être définis. Nous aboutissons aux lois suivantes :

1° *Le frottement externe ne représente qu'une faible partie du travail fourni par le glacier.*

2° *Il est très faible ou localement nul dans la partie supérieure du névé (voisinage de la rimaye) et dans la langue terminale.*

3° *Il varie suivant la forme du lit, présentant des maxima en amont et en aval des ruptures de pente et des étranglements.*

Est-il légitime de transformer ces lois en substituant *érosion* à *frottement*, comme nous l'avons déjà implicitement admis?

L'usure de deux corps frottant l'un contre l'autre dépend de leur dureté réciproque. La plasticité, d'ailleurs limitée, de la glace n'est pas plus contraire à l'hypothèse d'une usure des roches que la fluidité de l'eau ne s'oppose à l'érosion des rivières. Mais la consistance des roches formant le lit du glacier n'est pas indépendante des conditions physiques du mouvement de la glace elle-même. Finsterwalder a attiré avec raison l'attention sur la désagrégation mécanique à laquelle sont soumises les roches du lit glaciaire, sous l'influence de gels et dégels répétés, faisant éclater les diaclases où pénètrent les eaux de fonte. Il a montré expérimentalement l'importance de ce processus¹. L'observation est venue confirmer la réalité du phénomène². Or la fusion temporaire du glacier appuyé sur son lit n'est possible que par suite du frottement, qui dégage une chaleur notable. Les possibilités de désagrégation mécanique varient donc comme le frottement. La considération de cet élément très important dans le processus d'érosion glaciaire ne peut, par suite, que confirmer nos conclusions, et il est légitime de considérer les lois du frottement comme les lois mêmes de l'érosion glaciaire. On peut en exprimer assez simplement le point essentiel en disant : *L'érosion est proportionnelle à la gêne apportée à la progression du glacier par les inégalités du lit.*

L'extrême lenteur et l'uniformité relative du mouvement sont le fait capital. Si l'on songe à la force formidable dont disposent les masses de glace entraînées vers l'aval par une poussée irrésistible, on voit que tout obstacle à l'écoulement régulier (resserrement du lit ou changement de pente du thalweg) doit déterminer des tensions considérables, qui ne peuvent être résolues que par le frottement interne, les cassures ou l'usure du lit par frottement externe. Or nous avons vu que la part du frottement externe, sans être aussi grande que le supposent certaines théories, ne peut être négligée. Elle peut d'autant

1. Des morceaux de grès et de schistes mêlés à de la glace et soumis à des pressions variant de 1 à 80 atmosphères ont subi, par suite de gels et dégels répétés, une perte de poids sensible. (H. Hess, *Die Gletscher*, p. 486.)

2. H. DOUXANI, *Une excursion au glacier de Tête-Rousse* (Extrait du *Bull. Soc. Linnéenne Lyon*, 1905, p. 21). Dans la galerie percée pour aboutir au fond du lit du glacier, « la roche était complètement fissurée et divisée en fragments de diverses grosseurs reliés par un ciment de glace ».

moins l'être que ses variations différentielles sont plus grandes. Ces variations résultent à la fois des inégalités du lit et du mouvement relativement uniforme de la glace. Si l'on voulait nous permettre une image, nous comparerions le glacier à la charrue trainée par les bœufs puissants à l'allure lente et régulière. Quels que soient les obstacles, le soc s'enfonce et avance, d'une poussée irrésistible, arrachant les souches et les blocs, d'autant plus profondément qu'ils ont failli arrêter le mouvement. De même le glacier. Sa masse *doit* passer, quels que soient les obstacles; plus le lit est inégal, plus se manifeste la puissance d'érosion¹.

IV. — LES FORMES ALPINES ÉLÉMENTAIRES DÉDUITES DE LA THÉORIE MÉCANIQUE DE L'ÉROSION GLACIAIRE.

Nous sommes arrivé à une conception de l'érosion glaciaire qui est de nature à expliquer bien des contradictions apparentes. Très faible en certains points, elle est très vigoureuse en d'autres endroits. Les adversaires de la théorie glacialiste ont pu tirer argument des faits prouvant une faible érosion². Ils auraient dû songer à la possibilité de variations différentielles très grandes du phénomène. Ce sont précisément ces variations qui en expliquent l'importance géographique. Nous allons essayer de montrer brièvement comment la genèse des principales formes alpines élémentaires se déduit logiquement de notre théorie, en signalant les particularités qu'elle semble seule pouvoir expliquer. Il est bien entendu que nous envisageons des formes en quelque sorte idéales, répondant à une définition tirée de l'étude d'un grand nombre de cas divers. Dans la réalité, les choses sont beaucoup plus complexes. Nous montrerons dans la suite comment on peut expliquer cette complexité d'accord avec les principes que nous avons établis, en tenant compte de l'existence de plusieurs périodes glaciaires, des mouvements du sol et de l'érosion fluviale interglaciaire. Contentons-nous d'envisager d'abord les types simples : *bassin de surcreusement* et *verrou, auge* et *vallée suspendue, cirque, bassin terminal*.

Le *bassin* avec contre-pente et *verrou* à l'aval est le trait le plus original du relief glaciaire, trait inexplicable par la théorie des

1. Il est évident que cette érosion a des limites, comme l'érosion fluviale, les inégalités tendant à disparaître par le jeu même des forces qui les exagèrent au début. On a donné une brève indication à ce sujet (p. 306, note 1); mais il a fallu renoncer à traiter ici, faute de place, la question du cycle glaciaire. Cette omission ne présente pas de grave inconvénient, car presque toutes les formes glaciaires alpines sont des formes jeunes, peu évoluées.

2. Ces faits ont été parfois reconnus même par des auteurs raliés à la théorie glacialiste. (RALPH S. TARR, *Some Instances of Moderate Glacial Erosion*, dans *Journal of Geology*, XIII, 1905, p. 160-173, 9 fig.)

torrents sous-glaciaires de J. Brunhes aussi bien que par celle du creusement interglaciaire de W. Kilian. Seule l'hypothèse d'une dislocation tectonique quaternaire peut en rendre compte; mais, outre qu'on n'a pas réussi encore à vérifier cette hypothèse en un seul cas (sauf peut-être pour le lac de Zurich)¹, il suffit d'évoquer l'image des chapelets de bassins qui constituent toutes les grandes vallées alpines pour faire apparaître comme une chimère la possibilité de les expliquer tous par des affaissements locaux très récents. La théorie du lit glaciaire explique les bassins comme des lieux d'érosion maximum due à la vitesse plus grande au confluent des vallées: les verrous sont déterminés souvent par la présence de roches plus résistantes: ils peuvent aussi résulter d'un amoindrissement du glacier, amené à se diviser en plusieurs branches, en présence de vallées lui offrant plusieurs issues vers l'aval (*difffluence*). A. Penck et Ed. Brückner eux-mêmes ont reconnu que tous les verrous et tous les bassins ne s'expliquaient pas par ces considérations². Les adversaires de l'érosion glaciaire n'ont pas eu de mal à montrer que les bassins ne correspondent pas toujours à des confluent³. Dans la Maurienne et la Tarentaise, nous avons constaté que les vallées secondaires débouchent fréquemment sur des verrous de la vallée principale⁴.

L'explication la plus générale des bassins et des verrous nous paraît pouvoir être tirée de la théorie mécanique de l'érosion glaciaire. Les bassins correspondent à des lieux d'érosion maximum et les verrous à des lieux d'érosion minimum, déterminés par les inégalités de profil du thalweg et de section transversale des vallées préglaciaires. On s'explique que les verrous correspondent assez souvent à des roches plus résistantes, car ces roches ont déterminé une rupture de pente du thalweg, ou tout au moins un étranglement. On s'explique aussi que les confluent⁵ coïncident souvent avec des bassins, car la largeur de la vallée préglaciaire y devait être plus grande. Mais ni la confluence, ni les différences de dureté des roches n'expliquent tous les cas, tandis qu'on peut vérifier presque toujours la coïncidence avec un rétrécissement ou une variation de pente. Les verrous et bassins en chapelet de la haute vallée de l'Aar correspondent à une région de pente très forte, et vraisemblablement irrégulière, des niveaux d'érosion élevés⁵. Il en est de même dans le haut

1. E. GOGARTEN, *mérid.* cité p. 35, nouvelle confirmation des idées de A. HEIM.

2. A. PENCK u. ED. BRÜCKNER, *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 434, 621-622. — Dans ce dernier passage, Ed. BRÜCKNER paraît reconnaître, en passant, la possibilité de la formation de bassins et de verrous par un processus analogue à celui que nous indiquons.

3. E. ROMER (*C. r. Ac. Sc.*, CXLIX, 1909, p. 241) prétend même établir la loi contraire, ce qui est manifestement exagéré.

4. La proportion des confluent⁵ sur verrou en Tarentaise est de plus de 50 p. 100.

5. Reconnu par F. NUSSBAUM (*Die Täler der Schweizeralpen*, p. 57 et suiv.).

Rhin et le haut Valais¹. La Tarentaise et la Maurienne offrent les exemples les plus démonstratifs de verrous correspondant à un étrangement de la vallée préglaciaire dans la traversée de hauts massifs culminants. Il est probable que, dans de pareils cas, on est en droit de supposer des mouvements épeirogéniques plio-pleistocènes; les rivières, antécédentes par rapport à ces mouvements, auraient conservé leur tracé en s'encaissant dans les régions relativement surélevées. On peut encore expliquer les anomalies de profil des vallées préglaciaires par des captures récentes. Le renversement du cours d'eau capturé, l'encaissement du cours d'eau vainqueur étaient favorables à la formation subséquente de bassins et de verrous. Nous voyons là une considération capable d'éclaircir bien des difficultés. Ainsi le bassin du Pinzgau, resté une énigme pour Ed. Brückner, qui inclinait à admettre une dislocation tectonique postglaciaire², est en rapport avec un changement dans le réseau fluvial préglaciaire. Le Grésivaudan doit en partie son caractère de grand bassin de surcreusement aux captures qui ont présidé à la formation du réseau hydrographique de l'Isère et dont M. Lugeon a retracé les phases³.

Les *vallées suspendues* sont considérées comme généralement liées aux bassins de surcreusement. On n'a peut-être pas suffisamment fait attention à l'existence de vallées suspendues au-dessus de verrous. Cette disposition, assez commune en Tarentaise (Thouvière, Nant Cruet), en Maurienne (Aussois, Modane), en Valais (Mühlibach, Binna), etc., était aussi difficile à expliquer pour les glacialistes que pour leurs contradicteurs.

Les vallées suspendues au-dessus des bassins sont, d'après ces derniers, des vallées dont le cours inférieur a été tronqué par suite du recul des versants de l'auge, de même que les valleuses de Normandie sont tronquées par le recul rapide de la côte (fig. 4). Ce recul est attribué, par les uns à un sapement latéral des glaciers aidé par les torrents sous-glaciaires (J. Brunhes), par les autres à l'érosion latérale de rivières à méandres (E. Gogarten). Il est évident que cette explication, qui se heurte à des difficultés même pour les bassins, est inadmissible pour les confluences sur verrou, car, dans ce cas, il n'y a pas d'élargissement sensible de la vallée maîtresse.

Pour les glacialistes, les vallées suspendues au-dessus des bassins s'expliquent par l'érosion glaciaire, plus forte dans la vallée principale, où le glacier plus puissant a surcreusé l'auge. Une vérification du

1. Nous reviendrons sur ce point.

2. ED. BRÜCKNER, *Die Vergletscherung des Salzachgebietes* (Geog. Abhandlungen I, n° 1, 1886, chap. x, p. 94-100).

3. M. LUGEON, *Leçon d'ouverture du Cours de Géographie physique...* (Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat., XXXIII, 1897, p. 49-78); — Id., *Origine des vallées des Alpes occidentales* (Annales de Géographie, X, 1901, p. 295-317. 401-428).

surcreusement est fournie par le fait que, si l'on prolonge le profil du thalweg des affluents, on aboutit bien au-dessus du thalweg de la vallée principale (fig. 3), contrairement à ce que suppose l'explication par sapement latéral. Mais comment appliquer cette théorie aux confluences sur verrou ?

On arrive à une explication valable pour tous les cas, si l'on sup-

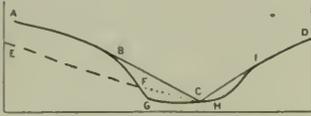


FIG. 3. — Explication théorique de la formation des vallées suspendues.

ABCD. Profil transversal primitif de la vallée maîtresse; — EFC. Thalweg d'affluent y correspondant; — ABFGHID. Profil transversal modifié; élargissement plus prononcé à gauche, d'où résulte la vallée suspendue EF.

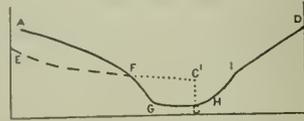


FIG. 5. — Conditions réelles dans lesquelles se présentent généralement les vallées suspendues.

En prolongeant le thalweg EF, on aboutit à une altitude très supérieure à celle du fond de la vallée.

pose que le raccordement des vallées secondaires avec les vallées principales pouvait n'être pas parfait avant la période glaciaire, comme on en a des exemples

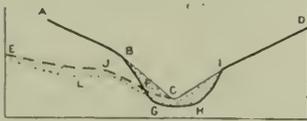


FIG. 6. — Mode de formation d'une vallée suspendue dérivée par érosion glaciaire d'une vallée affluente à profil brisé.

ABCD. Profil transversal primitif de la vallée maîtresse; — EFC. Thalweg affluente y correspondant; — ABFGHID. Profil transversal modifié par l'érosion glaciaire; — EJK. Thalweg affluente y correspondant.

dans les régions de relief rajeuni récemment (Jura, Cévennes). Le défaut de raccordement peut se manifester soit par une augmentation de pente du thalweg, soit par un rétrécissement de la section de la vallée, qui devient le lit du glacier affluent, soit par les deux phénomènes. La conséquence devait être une érosion plus forte en amont et en aval du confluent (fig. 6), et l'explication reste valable quelle que soit la position du gradin de confluence. Il est clair, toutefois, que le défaut de raccord doit être bien plus sensible dans le cas d'une confluence sur bassin, car le sapement latéral et le surcreusement de l'auge interviennent. On a ainsi l'explication la plus logique d'un trait morphologique particulièrement important, sur lequel il ne semble pas qu'on ait suffisamment attiré l'attention : l'existence de petits bassins de surcreusement dans la partie inférieure des vallées suspendues, bassins souvent lacustres ou occupés par des plaines alluviales, mais toujours fermés vers l'aval par un verrou correspondant au gradin de confluence. Les exemples en abondent en Suisse

(Gelmersee, dans la haute vallée de l'Aar) et en France (plaine de Bisorte, en Maurienne)¹.

Les *cirques glaciaires* sont parmi les formes de topographie alpine dont la genèse a été le plus discutée. Leur caractère original est, cependant, reconnu maintenant par tout le monde, et l'on admet généralement qu'ils représentent des bassins de réception torrentiels transformés par l'œuvre des glaciers². La théorie mécanique de l'érosion glaciaire permet d'éclaircir certains points restés obscurs, même après les explications que nous avons données, d'accord avec Ed. Richter³: notamment les profonds bassins lacustres des petits cirques et les cirques en escalier (*Kartrepp*).

Les parois en amphithéâtre d'un cirque simple répondent aux

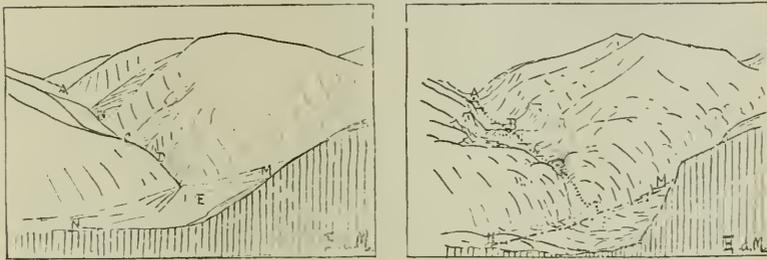


FIG. 7. — Transformation par l'érosion glaciaire d'une vallée torrentielle en vallée suspendue.

A gauche, formes d'érosion fluviale. — A droite, formes glaciaires (indication des thalwegs primitifs de la vallée principale (MEN) et de l'affluent (ABCDE): verrou en D; bassin en C).

parties supérieures du névé, où l'érosion glaciaire est nulle, dominées par des pentes nues soumises à une décomposition mécanique intense, tandis que le fond du cirque est attaqué par l'érosion glaciaire. La même explication ne peut être invoquée pour les parois des étages inférieurs dans les cirques en escalier. On a été conduit à supposer que chaque gradin avait correspondu à un stade de retrait du glacier ou à une extension différente d'un glacier local au cours des différentes périodes glaciaires (fig. 8, A). Mais il est évident que cette explication ne peut être partout valable⁴. Il y a des cirques éta-

1. Le fait n'a pas échappé à PEXCK, qui essaye de l'expliquer en invoquant un refoulement du glacier secondaire par le glacier principal (*Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 304, 641). La diminution de vitesse rendrait compte du verrou, mais non du petit bassin de sureusement (à moins qu'on ne recoure à notre théorie).

2. Admis même par J. BRUNES (art. cité, p. 306 et suiv.).

3. E. DE MARTONNE, *Sur la formation des cirques* *Annales de Géographie*, X, 1901, p. 10-16; — Id., *Recherches sur la période glaciaire dans les Karpatés méridionales* (*Extr. Bull. Soc. Sc. Bucarest*, IX, 1900, 60 p., 9 pl.); — ED. RICHTER, *Geomorphologische Beobachtungen in den Hochalpen* *Petermanns Mitteilungen*, Ergz. n° 132, 1900, VI + 103 p., 14 fig., 9 pl.).

4. C'est celle que j'ai proposée pour les cirques en escalier des Karpates, où

gés à l'origine de vallées d'où sont issus de grands glaciers. En réalité, ces cirques sont des vallées torrentielles très courtes, à pente forte et très irrégulière, dans lesquelles l'érosion glaciaire a déterminé des paliers et des gradins successifs, suivant les principes de la théorie mécanique (fig. 8, B) exposée plus haut.

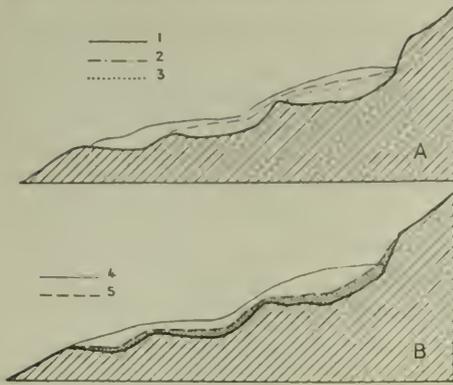


Fig. 8. — Deux modes d'explication des cirques en escalier (*Kärtrepp*).

- A. — Les gradins correspondent à autant d'extensions différentes du glacier, dont les profils successifs sont indiqués (1, 2, 3).
 B. — Les gradins sont dus à l'érosion glaciaire s'exerçant sur une vallée torrentielle à pente irrégulière (4, profil du glacier; 5, profil de la vallée torrentielle; la partie érodée est marquée en pointillé.

Le verrou qui marque généralement le débouché du cirque peut, dans le cas de petits glaciers locaux, correspondre, comme je l'ai indiqué, à l'extrémité du glacier. Mais il restait inexplicable dans le cas de cirques formant

le point de départ de grands glaciers et dans le cas des cirques en

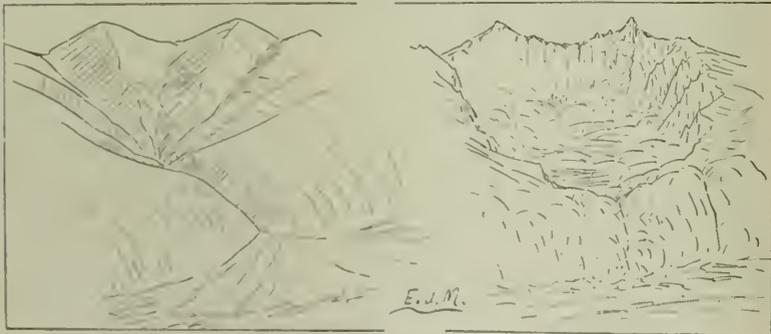


Fig. 9. — Cirque simple (à droite) (dérivé d'un torrent à gauche).

escalier. Il répond dans tous les cas à l'étranglement du canal d'écoulement des torrents (fig. 9).

Les profonds bassins lacustres de certains petits cirques ont pu sembler une énigme; on en a l'explication la plus naturelle en suppo-

je la crois encore applicable *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie...* p. 242, et que A. Presck a appliquée aux Alpes (*Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 377 et suiv.).

sant qu'ils répondent à des bassins de réception torrentiels n'ayant comme dégagement qu'un canal d'écoulement très étroit et à pente très raide (fig. 9). Le surcreusement du bassin de réception est en proportion de la gêne apportée à l'écoulement par le canal auquel correspond le verrou.

Ainsi ce qu'on appelle cirque est souvent une vallée suspendue à gradins de confluence en verrou. Le cirque en escalier est la transition du cirque simple à la vallée glaciaire. Les types variés de cirques s'expliquent non seulement par les conditions lithologiques et tectoniques, comme j'ai déjà essayé de le montrer¹, mais aussi par le relief préglaciaire.

Si le cirque est à l'origine de presque toutes les vallées glaciaires, la fin de presque tous les anciens glaciers est marquée par un bassin de surcreusement d'une importance particulière, appelé « bassin terminal » (*Zungenbecken*). Ce bassin est ou a été récemment occupé par un lac. Dans leur grand ouvrage sur les Alpes, A. Penck et Ed. Brückner se sont efforcés de montrer, pour tous les lacs subalpins, l'inanité des preuves de mouvements tectoniques quaternaires susceptibles de les expliquer. Ils semblent y avoir réussi, sauf peut-être pour le lac de Zurich. Mais les conditions de formation de telles cuvettes par l'érosion glaciaire restent difficiles à concevoir.

On peut noter que la diminution de l'érosion sous la langue terminale doit avoir pour conséquence une tendance à la formation d'une contre-pente (fig. 1). La position des moraines terminales autour de bassins tels que le Chiemsee, le lac de Constance, paraît favorable à cette explication, qui est la seule invoquée par Penck. Mais on ne doit pas oublier que la plupart des lacs subalpins sont situés sur le bord même des Alpes, à leur contact avec les plaines voisines, et plus ou moins engagés dans la masse alpine elle-même. La surexcitation de l'érosion s'explique, dans ce cas, par le rétrécissement de la section d'écoulement et la diminution de pente au débouché dans la plaine. Là où nous avons des bassins lacustres conservés dont la bathymétrie est assez bien connue, il est facile de se convaincre que les plus grandes profondeurs sont au voisinage du débouché, conformément à la théorie. On ne peut s'empêcher d'être frappé du fait que les lacs subalpins les plus profonds sont les lacs italiens, c'est-à-dire ceux du versant où la pente des vallées est la plus forte et où la rupture de pente était la plus marquée au débouché dans la plaine.

En somme, la profondeur des cuvettes lacustres subalpines est due moins à leur qualité de bassins terminaux qu'à leur position en un

1. *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie...*, p. 242 et suiv.

point où la topographie préglaciaire commandait le surcreusement. Les plus remarquables sont à la fois des bassins de surcreusement ordinaires, explicables, comme tous les autres, par les conditions d'écoulement de la glace, et des cuvettes terminales, en rapport avec la diminution de puissance du glacier.

D'autres circonstances ont pu intervenir pour déterminer leur localisation. Si la preuve des dislocations quaternaires expliquant les bassins lacustres conformément à la théorie de Heim n'a pu encore être faite, il est difficile, cependant, d'admettre que le bord des Alpes ait échappé, à la fin du Pliocène, aux mouvements constatés sur la bordure de chaînes analogues, comme les Karpates. Alluvionnement considérable et tassement du sol, avec ou sans faille, tels sont les phénomènes que nous observons sur le bord des Karpates Méridionales, à la limite du Pliocène et du Quaternaire. Il en résulte la formation de dépressions subkarpatiques, dont les caractères originaux ont été souvent modifiés par un soulèvement quaternaire et des érosions subséquentes, mais ont été conservés dans l'Olténie occidentale à l'Ouest de Târgu-Jiu¹. Il est facile de prévoir quels auraient été en ce point les effets d'une invasion glaciaire. Les plaines alluviales des dépressions subkarpatiques, d'où les rivières s'échappent par des vallées étroites entaillées dans les collines tertiaires, auraient été changées en cuvettes lacustres: les alluvions, qui y sont accumulées sur une grande épaisseur, auraient été enlevées facilement, découvrant la contre-pente virtuelle de la roche en place.

Il n'est pas invraisemblable d'admettre que ces événements se soient réellement passés sur le bord des Alpes. A. Penck a lui-même reconnu dans le plateau bavarois un bombement du Deckenschotter supérieur². E. Romer³ a rappelé que, en Suisse, l'anticlinal de la Molasse est en aval des principaux bassins terminaux, mais en paraissant oublier que la formation de cet anticlinal est antérieure au Quaternaire. Sur le versant italien, on a pu constater un soulèvement des dépôts pliocènes et quaternaires anciens⁴, phénomène semblable à ceux que nous avons reconnus dans les dépressions subkarpatiques de l'Olténie orientale et de la Munténie, et qui n'exclut nullement la possibilité d'un mouvement contraire au Pliocène, comme la chose a été démontrée en Roumanie⁵.

Arrêtons ici cette analyse, qui nous entraîne vers des questions trop complexes, réservées à une étude ultérieure. Nous croyons avoir

1. Voir nos cartes topographiques des dépressions subkarpatiques, à 1 : 300 000, dans *Recherches...* fig. 4-5, p. 64-65.

2. A. PENCK et Ed. BRÜCKNER, *OUVR. cité*, p. 121 et suiv.

3. E. ROMER, *Sur les zones morphologiques...*, p. 70.

4. A. PENCK et Ed. BRÜCKNER, *OUVR. cité*, p. 909.

5. EMM. DE MARTONNE, *Recherches...* chap. III et IV.

suffisamment montré que les formes caractéristiques de la topographie alpine, envisagées sous leur aspect le plus simple, s'expliquent en supposant une érosion glaciaire modérée, conformément à la théorie mécanique. Ce sont presque toutes des formes glaciaires jeunes. On ne saurait s'en étonner, si l'on songe que la glaciation alpine ne date que du Quaternaire et a été interrompue à plusieurs reprises par des périodes interglaciaires beaucoup plus longues que les périodes glaciaires elles-mêmes¹. Mais il y a plus : ces formes glaciaires jeunes dérivent elles-mêmes de formes d'érosion fluviale peu évoluées. Il y a là un point important sur lequel nous avons le regret de nous séparer des savants auteurs de *Die Alpen im Eiszeitalter*. La théorie mécanique, d'accord avec les faits révélés par l'étude des fronts glaciaires, s'oppose à admettre la possibilité d'une érosion glaciaire intense dans des vallées mûres dont la pente se rapproche de celle de la surface d'équilibre vers laquelle tend l'érosion glaciaire.

Mais les formes alpines sont loin d'avoir la simplicité des formes schématiques que nous venons d'envisager. Nous chercherons, dans un second article, à dégager les principes qui permettent d'en expliquer l'évolution. Nous espérons montrer que l'analyse morphologique permet de reconnaître dans les Alpes un complexe de formes glaciaires et interglaciaires témoignant d'un creusement de plus de 1000 m. des vallées depuis le début du Quaternaire. Ce creusement s'est fait par étapes, rendues sensibles par l'alternance de l'érosion glaciaire et de l'érosion fluviale, pour arriver aux formes complexes que nous observons actuellement. Ces formes sont, en général, des formes jeunes, dont le cachet original est dû surtout au travail glaciaire, mais qui ne s'expliquent pleinement qu'en tenant compte aussi de l'érosion fluviale et des mouvements du sol qui ont inauguré le cycle de creusement quaternaire.

EMM. DE MARTONNE,

Chargé de cours de Géographie à la Sorbonne.

(A suivre.)

1. A. PENCK u. ED. BRÜCKNER, ouvr. cité, p. 1163 et suiv.; voir surtout fig. 136, p. 1168 : Klimakurve der Eiszeiten.

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE

L'ÉTUDE DU PROFIL EN LONG DES COURS D'EAU FRANÇAIS

(CARTE, PL. XV)

SOMMAIRE. — I. Historique de la construction des profils en long : chez les ingénieurs; chez les géographes. — II. Examen de quelques types de profils étrangers : 1° Profils techniques. Type de plaines : profil de la Tisza. Type de montagnes : profils du Rhin suisse. — 2° Profils synoptiques : Rhin suisse; fleuves allemands; rivières des États-Unis; Nil. — III. Documents relatifs aux cours d'eau français. Opérations de nivellement. 1° Profils publiés en France : réseau de la Seine; réseau de la Loire; réseau de la Garonne; réseau du Rhône. — 2° Profils de cours d'eau français publiés à l'étranger : Meuse, Moselle, Doubs; profils de parties étrangères des cours d'eau français : Rhône valaisan. — 3° Profils manuscrits : réseaux de la Garonne, de la haute Loire, de l'Yonne et du Rhône. — 4° Profils relevés dans la région des Alpes par le Service du Nivellement général de la France. — Conclusion.

I. — HISTORIQUE.

Il semble bien que les Pays-Bas, qui ont été, en topographie, le berceau de la méthode des sections horizontales ou « courbes de niveau » (carte de la Meerwede par Cruquius, 1729), aient eu également l'honneur de voir établir le premier profil en long d'un cours d'eau, celui du Leek et de la Meuse inférieure, publié par l'ingénieur Krayenhoff¹ en 1813. Sans doute, le fait que la pente des rivières varie suivant les points de leur tracé où on l'examine n'avait pu manquer de frapper, en tous pays, les observateurs attentifs aux choses de la nature, et le célèbre hydraulicien italien Guglielmini, au xvii^e siècle, avait même remarqué, écrit quelque part Fontenelle, que cette pente tend à varier en raison inverse du volume d'eau que les fleuves

1. CORNELIS RUDOLPHUS THEODORUS, Baron VAN KRAYENHOFF, né à Nimègue en 1758, mort dans cette ville en 1830; ministre de la Guerre du royaume de Hollande sous Louis Bonaparte, puis lieutenant général et directeur du Waterstaat.

débitent. Mais de là à des mesures précises, étendues à un parcours de quelque longueur, il y avait encore loin, et un nivellement rigoureux était indispensable avant que l'on pût songer à représenter graphiquement ces variations pour la totalité du cours d'un fleuve et de ses affluents.

Voici en quels termes Krayenhoff, commentant un tableau des altitudes déterminées par ses soins le long du Leck et de la Meuse, indique lui-même la façon dont il a procédé pour établir ce profil : « La comparaison abstraite des chiffres contenus dans ce tableau ne donnerait cependant qu'une idée vague et indéterminée, si l'on ne se représentait la situation des rivières d'une manière plus sensible. Ainsi, on peut construire d'après ces données un dessin linéaire dans lequel soient indiquées les distances et le rapport des zéros des échelles avec le 0A [le zéro de l'échelle d'Amsterdam]; et en se servant de deux différentes échelles de réduction, l'une pour la profondeur, l'autre pour la distance. On désignera ensuite par un seul trait la surface de l'eau, au jour fixé, sur chaque point et d'échelle en échelle; et la seule inspection de cette figure suffira pour donner une idée parfaite de l'ensemble du système des eaux et du but de ces tables¹. »

A vrai dire, le profil donné par Krayenhoff avait un but assez spécial : s'appliquant à la partie inférieure d'un fleuve débouchant dans une mer à marées, il était destiné à représenter les phénomènes du flux et du reflux, tels que l'auteur les avait observés sur le Leck et la Meuse, le 11 décembre 1812. Tel n'est pas, évidemment, d'ordinaire, l'objet d'un profil en long; mais, quels que soient le sens de l'écoulement des eaux et la cause de leur mouvement, le principe n'en était pas moins formulé avec netteté, grâce à cet exemple, et illustré suivant une méthode qui, bientôt, allait faire fortune auprès des ingénieurs de tous les pays.

Chez les géographes, Alexandre de Humboldt, qu'on peut regarder comme le fondateur de l'hypsométrie scientifique, introduisait vers le même temps, dans la description des continents, le procédé des coupes verticales². Dans ses études sur les grands fleuves de l'Amérique, il avait senti, lui aussi, l'utilité de la représentation des pentes; et l'on peut voir, sur sa célèbre carte du cours de l'Orénoque, levée en 1800, un cartouche dans lequel le profil de ce fleuve et celui

1. C. R. T. KRAYENHOFF, *Recueil des observations hydrographiques et topographiques faites en Hollande* (Amsterdam, Doorman & Co., 1813, in-8. xx-215 p., 3 pl.), p. ix-x. — Le profil lui-même forme la fig. 4 de la pl. II.

2. « La coupe du pays de la Vera Cruz à Mexico, qu'il a ainsi donnée d'après ses observations, et celle d'une partie de la péninsule ibérique dont il avait réuni les éléments pendant son passage en Espagne, sont les premiers essais de ce genre qui marquent dans la science. » VIVIEN DE SAINT-MARTIN, *Histoire de la Géographie et des découvertes géographiques*, Paris, 1873, p. 461.)

du Rio Negro, au voisinage de la bifurcation du Cassiquiare, se trouvent superposés.

La plus large diffusion était donnée à ces résultats par Heinrich Berghaus, dans son *Physikalischer Atlas*, en 1839¹; non content de reproduire la figure de Krayenhoff et celle de Humboldt, le savant cartographe de Potsdam y traçait un profil comparé des grands fleuves de l'ancien monde², qui constitue sans doute la première tentative de ce genre, et qui déjà, malgré l'exiguïté de l'échelle, montrait combien la courbe du lit est irrégulière pour le Rhône, le Rhin et l'Elbe. Malheureusement, ces débuts n'eurent pas de suite, et, dans le recueil de cartes publié sous le même titre par Hermann Berghaus, vers 1890³, les données relatives à la pente des cours d'eau ont complètement disparu. Il est significatif de constater, de même, que, dans une œuvre aussi considérable que la *Nouvelle Géographie Universelle* d'Élisée Reclus⁴, où une si large place est faite à l'histoire des eaux courantes et où l'illustration graphique est si abondante et si variée, les profils en long sont à peu près absents⁵.

II. — EXAMEN DE QUELQUES TYPES DE PROFILS ÉTRANGERS.

Avant de passer en revue quelques types de profils étrangers, il y a lieu de faire remarquer que ces documents se groupent en deux catégories, suivant leur objet : d'une part, ceux qu'on pourrait appeler les profils techniques, établis à grande échelle, pour l'usage de la navigation, par exemple, et fournissant des données plus ou moins complètes sur l'altitude des berges, la hauteur de certaines crues, la profondeur du chenal, les ouvrages d'art construits le long ou en travers d'un cours d'eau, etc. ; de l'autre, les profils synoptiques, permettant d'embrasser, à une échelle réduite, l'ensemble d'un fleuve ou même d'un réseau fluvial, et sur lesquels ne figurent plus, ordinai-

1. 1^{re} éd., 1838-1848; 2^e éd., 1852. 2^e *Abtheilung. Hydrographie*, n^{os} 9 et 10, 4849. La pl. 9 renferme également un profil comparé de l'Arno et du canal de la Chiama, établi d'après les données d'IGNAZZI.

2. Pl. 40 : *Vergleichende Uebersicht des Stromgefälles der Wolga, Ganges, Donau, Elbe, Rhein, Rhone: sowie der absoluten Höhe einiger Landseen.*

3. H. BERGHAUS, *Physikalischer Atlas, Abtheilung II : Atlas der Hydrographie*, Gotha, Justus Perthes, 1886-1894, 41 feuilles in-fol.

4. 49 vol. gr. in-8, Paris, Hachette, 1875-1894. — Sur un nombre total de plusieurs milliers de figures, je n'ai pu en relever que quatre, savoir : trois au t. I *L'Europe Méridionale*, 1875; fig. 47, p. 341 : pente de la vallée du Pô; fig. 429, p. 723 : pente du Guadalquivir; fig. 442, p. 820 : profil du cours de l'Ebre; et une au t. III *L'Europe Centrale*, 1878, fig. 2, p. 6 : pentes comparées des deux versants, au Nord et au Sud du Saint-Gothard.

5. La même lacune, absolue cette fois, se remarque dans les magistrales *Leçons de Géologie pratique* d'ÉLIE DE BEAUMONT, dont le second volume, publié en 1869 (Paris, J.-B. Baillière, in-8, vii + 291 p., 4 pl.), constitue un véritable traité d'hydraulique fluviale.

rement, que les cotes moyennes de la surface des eaux. Les premiers intéressent surtout les ingénieurs, tandis que les seconds s'adressent plutôt aux géographes.

1° *Profils techniques.* — Commençons par les profils techniques. En pays de plaines, où les différences de niveau sont faibles, il est nécessaire, si l'on veut les mettre en évidence, que l'échelle des hauteurs soit aussi grande que possible. Le type le plus remarquable, en ce genre, est offert par le profil longitudinal de la Tisza¹, établi à 1 : 50 000 pour les longueurs et 1 : 200 pour les hauteurs.

Voici, à titre de spécimen, la nomenclature des principales indications qui se trouvent portées sur chacune des feuilles de ce magnifique Atlas :

Fond du lit — Fond des faux-bras près d'îles — Niveau des hautes eaux (crue de 1888) — Niveau des basses eaux (1890-91) — Profil principal — Profil intermédiaire — Profil du débit — Embouchure inférieure ou supérieure d'un faux-bras (à dr. et à g.) — Embouchure d'un affluent (à dr. et à g.) — Pierre de repère (rive dr. et rive g.) — Plaque hypsométrique sur une église, sur une maison (sur la dr. et sur la g.) — Couronne et pied de la digue (rive dr. et rive g.) — Ouvrage de défense (berge dr. et berge g.) — Quai en maçonnerie, Revêtement en briques, Épi, Maison de garde, Échelle fluviale, Échelle de bateaux, Écluse, Société d'endiguement, Ville, Commune (rive dr. et rive g.) — Bac, Pont de bateaux, Pont en bois, Pont métallique.

Le travail, imprimé en cinq couleurs, ne comporte pas moins de soixante signes ou types d'écritures différents. Il faut ajouter aux données précédentes l'indication, en centièmes, de la pente des hautes et basses eaux, les altitudes en mètres (rapportées au niveau de la mer Adriatique) répondant aux hautes eaux, aux basses eaux, à la rive gauche, à la rive droite et au fond du lit, enfin la longueur courante en kilomètres, comptée de l'aval à l'amont. On peut juger par cette simple énumération de l'exceptionnelle richesse de ce dossier en renseignements hydrographiques et topographiques de tout genre.

En pays de montagnes, où la pente des cours d'eau est, d'ordinaire, assez forte pour être directement sensible à l'œil, l'échelle des

1. *A Tisza hajdan és most. III. Rész. A Tisza folyó hosszszelvénye.* Atlas in-fol. de 39 f., plus 1 f. de légende (en hongrois et en français) et un profil général (à 1 : 1 000 000 et 1 : 200), s. l. n. d. [Publication du Ministère Royal Hongrois de l'Agriculture.] Ce profil en long, accompagné d'un volume de texte in-4, publié en hongrois sous le même titre (Budapest, 1906), est appuyé sur un lever planimétrique à 1 : 25 000, en 60 feuilles, qui a fait l'objet d'une publication parallèle sous le titre de : *A Tisza folyó helyszínrajza* (in-fol., 64 pl. avec légende en français : *Situation de la Tisza*), et un Atlas complémentaire de profils en travers (in-fol., 25 pl. contenant 300 profils en travers).

hauteurs n'a plus besoin d'être exagérée dans de pareilles proportions. Ainsi, dans la belle série des profils en long du bassin du Rhin publiés en Suisse par la Section hydrométrique de l'Inspectorat fédéral des Travaux Publics¹, série qui peut nous servir de type, et où l'échelle adoptée pour les longueurs est celle de 1 : 10 000, l'échelle des hauteurs varie de 1 : 150 à 1 : 5 000, c'est-à-dire que le rapport de l'une à l'autre est compris entre 1 : 66 et 1 : 2 comme limites : nous sommes loin du rapport 1 : 250 adopté pour le profil longitudinal du grand cours d'eau de la Hongrie.

Voici, d'après la planche contenant l'explication des signes adoptés dans cette série, la nature des indications qui y ont été figurées :

Lever : Chainage. Lever du profil en long avec le niveau à bulle d'air ; avec le cercle vertical gradué.

Embouchures : Jonction avec un cours d'eau plus important ou d'égale importance — Embouchure dans un lac ou sortie d'un lac — Partage d'un cours d'eau — Embouchure d'un grand affluent de la r. dr. ou de la r. g. — D^e d'un petit affluent — Bifurcation ou rentrée d'un grand canal industriel — D^e d'un petit canal industriel — Embouchure d'un canal de fuite (avec ou sans écluse) — Bifurcation ou rentrée d'un canal d'irrigation — Bifurcation ou rentrée d'un canal de colmatage.

Repérages : Repère ayant servi de point de départ pour le lever du profil en long — Repère dont la cote a été déterminée lors du lever du profil en long — Repères de la Commission géodésique suisse — Repères du Bureau hydrométrique fédéral — Repères du Bureau topographique fédéral — Repères d'autres administrations (Cantons, Villes, etc.) — Repères d'États limitrophes.

Limnimètres : Limnimètre principal avec limnigraphe — Limnimètre principal — Limnimètre secondaire.

Profils en travers représentés dans la publication des stations limnimétriques ; représentés sur le profil en long.

1. Voici le titre complet de cette publication, rédigée simultanément en allemand et en français : *Wasserverhältnisse der Schweiz. Rheingebiet von den Quellen bis zur Tamina Mündung. Dritter Teil. Die Längenprofile der fließenden Gewässer unter spezieller Berücksichtigung der ausgenützten und für neue Wasserkraft-Anlagen noch verfügbaren Strecken, nebst typischen Querprofilen und den Höhenversicherungen.* || *Régime des eaux en Suisse. Bassin du Rhin depuis ses sources jusqu'à l'embouchure de la Tamina. Troisième partie. Profils en long des cours d'eau au point de vue des sections déjà utilisées par l'industrie et de celles qui sont encore disponibles : profils en travers principaux et indication des repères de nivellement.* Berne, 1901-1904, 3 vol. in-fol. A. *Vorder-Rhein und seine bedeutenderen Zuflüsse* || *Rhin antérieur et ses principaux affluents*, p. 1-20, A-E, I-XXXIX ; — B. *Hinter-Rhein und seine bedeutenderen Zuflüsse. Erste Hälfte* || *Rhin postérieur et ses principaux affluents. Première moitié*, p. 1-5, pl. 1-5, I-XVIII, A-E ; — *Zweite Hälfte.* || *Deuxième moitié*, p. 1-4, pl. 1-5, XIX-XXII. — C. *Rhein und seine bedeutenderen Zuflüsse von der Vereinigung des Vorder- und Hinter-Rheins bis und mit der Tamina.* || *Rhin et ses principaux affluents du confluent du Rhin antérieur avec le Rhin postérieur jusqu'à et y compris la Tamina.* 1906, 5 p., 6 pl. et profils en long, p. I-XXXIII ; — *Erster Nachtrag* || *Premier supplément*, 1907.

Moyens de communication : Pont de route — Pont de chemin de fer — Passerelle — Bac pour les personnes — Bac pour les voitures.

Conduites d'eau : Passage par-dessus d'une conduite à ciel ouvert — Passage par-dessus d'une conduite fermée.

Barrages : Barrage fixe — D° avec traverse mobile — Barrage mobile — Seuil — Barrage avec ouverture pour radeau — D° avec écluse — D° avec échelle à poissons.

Limites d'État, de Cantons, de Communes.

État de rives : Profil sans défense de berge — D° avec défense de berge — Profil avec arrière-bord — D° avec berme et arrière-bord — Profil avec traverses — Profil avec épis — Gorge inaccessible.

La longueur totale des profils en long relevés dans le bassin du Rhin supérieur suisse et représentés sur les 87 planches des trois premiers volumes de cette publication est de 310 kilomètres environ (255^{km},340 pour le Rhin antérieur et 255^{km},946 pour le Rhin postérieur), représentant une chute totale de 27 476^m,94. Les distances, en kilomètres, sont toujours comptées à partir de l'embouchure. Les cotes de l'eau à la surface se rapportent aux basses eaux; la pente est exprimée en 0/00. En tête de chaque fascicule vient un report de la Carte fédérale à 1 : 250 000 sur lequel les sections de cours d'eau représentées dans cette même livraison figurent en bleu, avec l'indication des distances et le numéro des planches correspondantes ¹.

2° Profils synoptiques. — Si maintenant nous passons aux profils synoptiques, la Suisse nous offrira un nouvel exemple, dont l'échelle se prête particulièrement bien aux comparaisons et aux rapprochements d'ordre morphologique; c'est la planche intitulée: *Uebersichts-Längenprofile des Rheins und seiner bedeutenderen Zuflüsse. Strecke: Tschamut-Ragaz* || *Profils en long synoptiques du Rhin et de ses principaux affluents. Section Tschamut-Ragaz*, qui fait partie du grand ouvrage déjà cité: *Die Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz*

1. On trouvera dans la publication officielle du Bureau hydrométrique fédéral intitulée: *Die Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz* (Bern, 1907, in-fol.), un profil en long construit suivant les mêmes principes, aux échelles de 1 : 40 000 et 1 : 500, et intéressant directement la connaissance des cours d'eau français: il représente la partie du Doubs comprise entre Moron et Villers, sur un peu moins de 10 km., le long de la frontière suisse, du lac de Chailloux ou des Brenets jusqu'en aval du Saut du Doubs (pl. 31^c). Voir aussi, dans le même volume, le paragraphe: *Längenprofile und typische Querprofile der fließenden Gewässer* (p. 40-41). — Sur les méthodes employées pour le lever direct des profils en long, on trouvera des indications très complètes dans la notice placée par le chef du Bureau hydrométrique, J. EPPER, en tête du fascicule A de la publication précitée: *Régime des Eaux en Suisse. Bassin du Rhin. Troisième partie*, 1901, p. 3-17; les instruments et le matériel servant à cette opération (niveau, système Ertel; cercle vertical; mire parlante; mire avec tuyau à gaz; prolonge de mire; niveau à boîte; câble gradué; nivelette) sont figurés aux p. 18-20 du même volume.

(pl. 32^a)¹. Établie à 1 : 100 000 pour les longueurs et à 1 : 5 000 pour les hauteurs (rapport : 1 : 20) et gravée en quatre couleurs, cette belle planche résume d'une façon saisissante l'allure, dans le plan vertical, de tout le réseau rhénan des Grisons. Une soixantaine de cours d'eau y sont représentés, la largeur du traif permettant de reconnaître à quel versant du bassin ils appartiennent et quelle est leur importance hiérarchique. Le commentaire de cette image, si expressive au point de vue de l'évolution du relief, serait des plus instructifs. Il ferait ressortir l'extrême inégalité du développement de la courbe du lit, depuis celle qui représente le profil du Rhin antérieur, très régulière et enveloppant toutes les autres, jusqu'aux courbes du Rhin postérieur, de la Rabiusa ou de la Plessur, qui comportent des parties convexes, et où l'existence à certains niveaux de paliers suivis de brusques ruptures de pente trahit probablement des influences glaciaires. Rapproché de la carte géologique, l'ensemble de ces profils mettrait également en lumière le rôle de la nature du terrain; grand est, par exemple, le contraste entre la Landquart, drainant un bassin schisteux, et la Tamina, qui traverse plusieurs barres calcaires, ou les torrents des environs de Mühlen et de Bergün, qui recourent des roches cristallines.

En continuant à descendre la gamme des échelles horizontales et à noter des spécimens embrassant des réseaux hydrographiques de plus en plus étendus, nous arrivons à la remarquable série de profils synoptiques des fleuves allemands, à l'échelle de 1 : 1 000 000 pour les distances et de 1 : 2 000 pour les longueurs, publiés par les soins de l'Administration prussienne, de 1889 à 1899. Le Rhin, de Reichenau à la frontière hollandaise, l'Oder et la Warthe, l'Elbe, l'ensemble Memel-Pregel et Vistule ont été ainsi représentés tour à tour².

La Weser et l'Em s ont, d'autre part, été figurées à une échelle

1. Cette planche a également paru dans le *Premier supplément* de la publication précitée : *Régime des Eaux en Suisse. Bassin du Rhin...*, 1907, pl. 1.

2. *Übersichts-Längenschnitt des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse von der Vereinigung des Vorder- u. des Hinterrheins bis zur Reichsgrenze gegen Niederland (Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse von der Quelle bis zur Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich)*. Kartenbeilagen, Berlin, Ernst & Korn, 1889, in-fol., Blatt 5; — *Übersichts-Längenschnitte der Oder, der Warthe und ihrer wichtigsten Nebenflüsse. Deutsche Nebenflüsse der Warthe (Der Oderstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse)*. Herausgegeben vom BUREAU DES AUSSCHUSSES ZUR UNTERSUCHUNG DER HOCHWASSERVENHÄLTNISSE. Kartenbeilagen, Berlin, D. Reimer, 1906, in-fol., Blatt 6; — *Übersichts-Längenschnitte der Elbe und ihrer wichtigsten Nebenflüsse (Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse)*. Herausgegeben von der KÖNIGLICHEN ELBSTROM-BAUVERWALTUNG zu Magdeburg. Kartenbeilagen, Berlin, D. Reimer, 1898, in-fol., Blatt 5; — *Übersichts-Längenschnitte des Memelstromes, des Pregelstromes und ihrer wichtigsten Nebenflüsse Memel, Pregel- und Weichselstrom, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse*. Im Auftrag des PREUSSISCHEN WASSERAUSSCHUSSES herausgegeben von H. KELLER. Kartenbeilagen, Berlin, D. Reimer, 1899, in-fol. Bl. 13 u. 14). — Une réduction, au quart environ, du profil en long de l'Oder accompagne le compte rendu de B. ABRAMOV *Annales de Géographie*, VI, 1897, p. 324.

double : 1 : 500 000, pour les longueurs¹. Par contre, les deux grands affluents du Rhin, le Main et la Moselle, ont été profilés l'un et l'autre à une échelle légèrement réduite, 1 : 1 200 000 pour les longueurs et 1 : 3 000 pour les hauteurs². Grâce à ce faisceau de documents graphiques, établis suivant un plan uniforme et facilement accessibles à tous, on peut dire que l'étude des fleuves de l'Allemagne du Nord et de l'Ouest, au point de vue qui nous occupe, est d'ores et déjà, du moins dans ses grandes lignes, complètement achevée. Aucun autre pays d'Europe n'en pourrait fournir autant à l'heure actuelle.

Les États-Unis nous donneront, à une échelle beaucoup plus petite il est vrai, — car il s'agit de la proportion de 1 pouce pour 100 milles ou 1 : 6 336 000, — un ensemble de profils en long qui n'a d'équivalent nulle part ailleurs quant à l'étendue des surfaces couvertes. C'est le dossier, à la fois numérique et graphique, établi par les soins de H. Gannett, qui a paru sous les auspices de l'United States Geological Survey, en 1901, dans la collection des *Water-Supply and Irrigation Papers*³. L'échelle des hauteurs est de 1 pouce pour 2 000 pieds, ou 1 : 24 000, ce qui donne comme rapport des deux dimensions 1 : 264. Les planches II à XI de ce précieux recueil figurent le profil en long de quatre-vingts cours d'eau ou groupes de cours d'eau, appartenant à toutes les régions de l'immense territoire qui va des forêts du Maine aux marais de la Floride et des estuaires du littoral atlantique aux cañons du Colorado ou de la Sierra Nevada, comme permet de le constater la carte-index placée en tête du fascicule (pl. I). Le texte comprend, pour chaque réseau, après une description sommaire, un tableau des distances, des altitudes et des pentes moyennes, exprimées en pieds par mille. En dehors des applications pratiques à l'évaluation du « pouvoir d'eau », comme disent les Canadiens, il y a là réunis tous les éléments d'une enquête morphogénique qui pourrait être des plus intéressantes, et que l'on s'étonne de ne pas avoir vue se produire jusqu'à présent, dans le pays des

1. *Uebersichts-Längenschnitte der Weser, der Ems und ihrer wichtigsten Nebenflüsse Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse*. Im Auftrage des PREUSSISCHEN WASSER-AUSSCHUSSES, herausgegeben von H. KELLER. Kartenbeilage, Berlin, D. Reimer, 1901, in-fol., Blatt 9; — *Uebersichts-Längenschnitt der Ems und ihrer wichtigsten Nebenflüsse: Uebersichts-Längenschnitt der Aller und ihrer wichtigsten Nebenflüsse* *ibid.*, Blatt 10. Echelle des hauteurs, 1 : 1 000.

2. *Thalgefälle des Mains und seiner grösseren Nebenflüsse Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet...* bearbeitet und herausgegeben von dem CENTRALBUREAU FÜR METEOROLOGIE UND HYDROGRAPHIE IM GROSSHERZOGTHUM BADEN. Berlin, Ernst & Sohn, gr. in-4: VI. Heft, *Das Maingebiet*, 1901, Taf. IV; — *Gefälle der grösseren Gewässer des Mosel-Gebietes* *ibid.*, VII. Heft, 1905, Taf. IV.

3. H. GANNETT, *Profiles of Rivers in the United States*, Washington, 1901, in-8, 100 p., 11 pl. (DEPARTMENT OF THE INTERIOR, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, *Water-Supply and Irrigation Papers*, n° 44).

Powell et des Davis, celui-là même où est née la conception si féconde de l'évolution des vallées et du cycle de l'érosion fluviale.

Avec l'Égypte, ce berceau de la géométrie, où la pratique des nivellements était déjà courante il y a plusieurs milliers d'années¹, nous arrivons au cas diamétralement opposé à celui que vient de nous offrir l'Amérique du Nord, c'est-à-dire que, au lieu d'un réseau fluvial formé de branches nombreuses, nous n'avons plus qu'un tronc unique, sans affluents, mais dont le développement en longueur comporte plusieurs milliers de kilomètres : le Nil. Il était naturel que ce fleuve historique exerçât, plus tôt que d'autres, la sagacité des ingénieurs et des géographes ; aussi, de bonne heure, les documents et les mémoires relatifs au Nil n'ont-ils pas manqué. Mais c'est seulement depuis l'organisation récente du Ministère égyptien des Travaux Publics que des levés précis ont permis de construire un profil en long du grand fleuve africain répondant aux exigences de la science actuelle. Ce profil, dont toutes les parties sont loin d'être assurées, il est vrai, avec la même rigueur, a été donné en 1904, par Sir William Willcocks², aux échelles de 1 : 10 000 000 et 1 : 10 000 (rapport 1 : 1 000), puis considérablement amélioré pour les cotes d'altitude, à une échelle double (1 : 5 000 000 et 1 : 5 000), par le capitaine Lyons, en 1909³. Une heureuse innovation du profil publié par l'ancien directeur du Survey Department égyptien consiste dans l'emploi de teintes figurant la nature générale du lit : roches cristallines, grès, alluvions.

III. — DOCUMENTS RELATIFS AUX COURS D'EAU FRANÇAIS.

Il est temps d'arriver à l'examen des documents dont la France dispose aujourd'hui sur le profil en long de ses cours d'eau.

Constatons, tout d'abord, l'absence d'un recueil statistique d'ensemble, permettant de se renseigner rapidement sur les cotes d'altitude, les distances et les pentes des fleuves français : le *Guide Officiel de la Navigation intérieure*, qui est fréquemment réimprimé⁴, ne

1. LEWIG BORCHARDT, *Nilnesser und Nilstandsmarken*. Aus dem Anhang zu den *Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1906*, Berlin, G. Reimer, 1906, in-4, 35 p., 5 pl. — Voir aussi : Captain H. G. LYONS, *The Cadastral Survey of Egypt 1892-1907*, Cairo, National Printing Department, 1908, in-8, p. 31 et suiv.

2. SIR WILLIAM WILCOCKS, *The Nile in 1904*. Printed at the National Printing Department of Egypt, Cairo, London, New York, 1904, gr. in-8, pl. n. — Dans le même ouvrage figure un profil complet du Nil égyptien, de Ouadi-Halfa à la Méditerranée, à 1 : 1 000 000, — et non à 1 : 100 000, comme l'indique par erreur, sur chaque planche, la légende imprimée, — (hauteurs, 1 : 2 000 et 1 : 1 000), en 4 feuilles (pl. x, xii, xvii et xviii).

3. Captain H. G. LYONS, *The Longitudinal Section of the Nile (Geographical Journal, XXXIV, 1909, p. 36-51, 1 pl.)* : résumé critique par A. VACHER, *Le profil longitudinal du Nil (La Géographie, XXI, 15 avril 1910, p. 231-254)*.

4. *Guide Officiel de la Navigation intérieure*, avec carte-itinéraire des voies

donne, en effet, que les chiffres relatifs aux sections intéressant la batellerie; c'est dire qu'une très grande partie du réseau de nos rivières, dans les régions montagneuses surtout, lui échappe et n'est pas représentée dans ses colonnes.

Une conséquence de ce fâcheux état de choses mérite d'être signalée : dans certains ouvrages de référence que les géographes manient journellement, les données concernant le profil en long de nos principaux fleuves sont incertaines ou contradictoires. Il est impossible, par exemple, de se faire une idée nette de la configuration du lit de la Seine, de la Loire et de la Garonne, d'après les figures discordantes que donnent l'*Atlas de Géographie Moderne* de F. Schrader, Fr. Prudent et E. Anthoine¹, le *Dictionnaire-Manuel-Illustré de Géographie* de A. Demangeon² et le *Traité de Géographie physique* d'Emm. de Martonne³ : alors que, dans ce dernier ouvrage, les thalwegs choisis apparaissent comme des courbes concaves vers le ciel d'une parfaite régularité, justifiant, suivant la remarque formulée dans la légende, « l'analogie avec le profil d'équilibre idéal », dans le second, au contraire, ils affectent la forme de lignes brisées, sans aucune ressemblance avec les premières, pour la Seine surtout. Il y a mieux : dans un livre signé d'un inspecteur général des Ponts et Chaussées, et qui porte ce titre : *Le Rhône. Histoire d'un fleuve*⁴, se trouve un profil du Rhône⁵ où le thalweg, entre le confluent de la Valserine et celui de la Durance, est représenté par une ligne droite, — en dépit des cotes qui figurent sur la même planche, et dont les variations sont significatives. Après un pareil écart, survenant chez un technicien, les géographes sont excusables, on en conviendra, de ne point avoir prêté à ce problème toute l'attention qu'il mérite.

Rappelons, enfin, que, dans l'ouvrage qui est resté jusqu'à ce jour, en France, la monographie-type d'un bassin fluvial, *La Seine* de Belgrand,⁶ il n'y a pas trace de profil en long; on n'en trouve pas davantage dans l'excellent *Manuel hydrologique du bassin de la Seine*, rédigé par A. de Préaudeau, sous la direction de Ch. Lefébure de Fourcy et G. Lemoine, et publié par le Ministère des Travaux Publics en 1884⁷.

navigables de la France. Dressé par les soins du MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS (DIRECTION DES ROUTES, DE LA NAVIGATION ET DES MINES), Paris, Bernard & C^{ie}, 6^e éd., 1903, in-12, iv + 597 p., 1 pl. carte.

1. Paris, Hachette & C^{ie}, 1891, in-fol., verso de la carte n^o 44.

2. Paris, Librairie Armand Colin, 1907, in-8, p. 722.

3. Paris, Librairie Armand Colin, 1909, in-8, p. 446, fig. 175.

4. CHARLES LENTHÉRIC, *Du Saint-Gothard à la mer. Le Rhône. Histoire d'un fleuve*, Paris, Plon, 1892, 2 vol. in-8.

5. Tome II, pl. XVI : *Développement du Rhône, du Saint-Gothard à la mer*. Échelle des longueurs, 1 : 2 000 000; hauteurs, 1 : 46 000.

6. BELGRAND, *La Seine. Etudes hydrologiques...*, Paris, Dunod, 1872, in-8 et atlas in-fol.

7. Paris, Impr. Nationale, in-4, [vi] + II + 420 p., 2 pl. cartes, 7 pl. tableaux graphiques; — *Supplément...*, par EDMOND MAILLET..., 1909, VIII + 57 p., 1 pl. carte.

Le point de départ obligé de tout travail graphique sur le profil en long des cours d'eau est fourni par le nivellement direct de leurs berges.

Ce n'est pas ici le lieu de faire l'historique des opérations de nivellement qui, depuis un siècle, ont en la France pour théâtre. Il suffira de rappeler que les grands travaux topographiques exécutés en vue de la construction de la Carte à 1 : 80 000 ont seuls permis d'obtenir une première image approchée de l'hypsométrie de notre territoire¹ et, par conséquent, de l'allure dans le plan vertical des cours d'eau qui l'arrosent. Puis sont venues les études plus précises de l'ingénieur Bourdalouë, et enfin les travaux du Service du Nivellement général de la France, que dirige, avec tant de compétence et d'autorité, depuis 1884, M^r l'inspecteur général Ch. Lallemand, et dont nous aurons à reparler à la fin de cet article. Ces opérations, qui portent sur un réseau dont les mailles vont en se resserrant de jour en jour, se sont développées en suivant les grandes voies de communication; aussi laissent-elles échapper un grand nombre de points caractéristiques, qui intéressent au premier chef la connaissance des cours d'eau naturels, mais dont la cote ne sera pas déterminable avec une approximation suffisante tant que les levés continus exécutés en vue de la nouvelle Carte de France à 1 : 50 000 n'auront pas atteint le périmètre correspondant. De là la nécessité de certains nivellements spéciaux, comme celui que l'Administration des Ponts et Chaussées a fait exécuter le long de la Loire, entre Briare et Nantes, de 1854 à 1862, par l'ingénieur A. Collin². Ces nivellements ont été eux-mêmes complétés parfois par des levés planimétriques complémentaires, dont les plus remarquables ont servi de base à l'établissement des deux Atlas du cours de la Loire et du cours du Rhône³.

La carte jointe à cet article (pl. xv) représente l'état des connaissances acquises sur le profil en long des cours d'eau français au début de l'année 1910. Elle distingue, au moyen de traits de couleurs différentes : 1^o les cours d'eau dont le profil a été publié en France; 2^o les rivières dont le profil a paru à l'étranger; 3^o celles dont il existe un profil manuscrit; enfin 4^o les profils relevés dans la région des Alpes par le Service du Nivellement général, et actuellement en cours de publication. Nous allons la commenter brièvement, en examinant à tour de rôle chacune de ces catégories de documents.

1. Colonel BERTHAULT, *La Carte de France, 1750-1898. Étude historique*, Paris, Impr. du Service Géographique de l'Armée, 1898-1899, 2 vol. in-4, II, p. 43-66.

2. A. COLLIN, *Nivellement de la Loire entre Briare et Nantes, exécuté de 1854 à 1862*, Paris, 1863, in-fol.

3. MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, *Carte du cours de la Loire au 1 : 20 000. Depuis la limite du département de la Haute-Loire jusqu'à la mer*, Paris, Dourdet & Béguyer, 1860, 4 atlas in-fol. — *Carte topographique du cours du Rhône, à l'échelle de 1 : 10 000*. 1^o *Entre le Parc et le Pont de Donzère*; 2^o *Entre le Pont de Donzère et la mer*, Paris, Lemercier, 1867-1886, 2 atlas in-fol.

1° **Profils publiés en France.** — Déclarons d'abord que les indications qui ont servi à établir cette carte demeurent probablement incomplètes; nombreux sont, en effet, les documents relatifs aux Travaux Publics qui, en dehors des revues spéciales et des ouvrages mis en librairie, échappent à la plupart des bibliothèques : rapports administratifs, avant-projets, enquêtes parlementaires ou locales, etc. En l'absence d'une bibliographie des publications officielles, dont le besoin se fait vivement sentir, les recherches dans ce domaine, aussi vaste qu'éphémère, sont livrées à peu près au hasard. Aussi plus d'un profil imprimé a-t-il pu, jusqu'à présent, se soustraire à notre curiosité; le but de cet inventaire est précisément d'attirer l'attention sur des lacunes qui, peut-être, en plus d'un endroit, et par suite de la mauvaise distribution des pièces originales, sont plus apparentes que réelles.

Réseau de la Seine. — Le profil en long de la Seine est entièrement publié pour la partie de son cours qui s'étend du confluent de l'Aube à la mer, c'est-à-dire pour la quasi-totalité de son parcours navigable; il en est de même pour la section inférieure de l'Yonne, entre Auxerre et son confluent avec la Seine, à Montereau. Cet ensemble de profils techniques, accompagnés de documents spéciaux qui ne rentrent pas dans le cadre de la présente notice, a fait l'objet de trois fascicules dans l'*Atlas des voies navigables de la France*, publié de 1876 à 1903¹. Il comprend six planches, se décomposant ainsi : 1° Seine maritime, 1 : 333 333 et 1 : 200, rapport 1 : 1666²; 2° Seine fluviale entre Paris et Rouen, 1 : 250 000 et 1 : 333, rapport 1 : 750³; 3° traversée de Paris, 1 : 12 500 et 1 : 250, rapport 1 : 50⁴; 4° Haute Seine, de Marcilly-sur-Seine à Paris, 1 : 100 000 et 1 : 250, rapport 1 : 400⁵; 5° Yonne, en aval d'Auxerre, 1 : 125 000 et 1 : 333, rapport 1 : 375⁶.

Au nombre des profils publiés antérieurement à l'*Atlas des voies navigables* et d'origine également officielle, on peut citer le profil en deux feuilles, imprimé en 3 couleurs, de la partie de la Seine comprise entre Paris et Rouen, à 1 : 100 000 et 1 : 200 (rapport 1 : 500), qui accompagne une étude déjà ancienne de J.-B. Krantz sur la navigation de ce fleuve⁷.

1. MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES. SERVICE DES CARTES ET PLANS. *Atlas des voies navigables de la France*, dressé d'après les documents fournis par les ingénieurs des Ponts et Chaussées. 2^e série. Paris, Imprimerie Nationale.

2. 5^e fascicule. *Navigaton de la Seine entre Paris et la mer*, 1899, pl. III.

3. *Ibid.*, pl. II.

4. 4^e fascicule. *Navigaton de la Seine. Traversée de Paris*, 1896, pl. II.

5. 6^e fascicule. *Navigaton de la Seine en amont de Paris et de l'Yonne entre Auxerre et Montereau*, 1903, pl. II et III.

6. *Ibid.*, pl. XXII.

7. J.-B. KRANTZ, *Note sur l'amélioration de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen*, Paris, Impr. Monroq., s. d. [la dernière page est datée de Saint-Germain-en-Laye, le 1^{er} mai 1871], in-4. 78 p. autogr., 1 pl. carte, 2 pl. profils.

Les affluents supérieurs de l'Yonne et de la Seine, la Marne, l'Oise et l'Eure n'ont fait, jusqu'à présent, l'objet d'aucune publication similaire; il en va de même pour les cours d'eau du Nord de la France, entre la Seine, l'Oise et la frontière belge, et pour les petits fleuves côtiers de l'Ouest, en Normandie, en Bretagne et dans le Maine, de la vallée de la Seine à celle de la Loire. Une exception qui paraît unique, dans cette région, est fournie par le profil partiel d'un affluent de l'Eure, l'Iton, que H. Bresson a donné dans son ouvrage sur *La Houille Verte*¹. Quant aux profils synoptiques, leur absence est totale pour toute la partie de la France qui s'étend au Nord du cours de la Loire.

Réseau de la Loire. — Dans le bassin de ce grand fleuve, la situation est bien différente : le réseau de la Loire se trouve être, en effet, celui sur lequel nous possédons actuellement, au point de vue de l'étude du profil en long, les documents les plus précis et les plus nombreux. Ce privilège tient à plusieurs causes : d'une part, aux grandes inondations qui, dans le Centre de la France, ont marqué le début de la seconde moitié du XIX^e siècle et qui ont provoqué, à la suite, une véritable moisson d'enquêtes hydrologiques; de l'autre, au désir, fréquemment exprimé par les population riveraines et les pouvoirs publics, d'améliorer le régime d'un réseau fluvial d'autant plus défectueux pour la navigation que le tracé des voies multiples qui le constituent semble l'attirer davantage. Enfin, ne l'oublions pas, c'est à la partie centrale du bassin de la Loire qu'a été consacré l'ouvrage le plus important que la France ait vu paraître depuis longtemps sur ses cours d'eau, la thèse récente de M^r Vacher sur le Berry².

Le profil synoptique de la Loire et de ses grands affluents de gauche : Allier, Cher, Indre, Creuse, Vienne, a été donné plusieurs fois, notamment dans l'atlas joint au *Cours de Navigation intérieure*, professé à l'École des Ponts et Chaussées par E. Guillemin³ et, en

1. HENRI BRESSON, *Mise en valeur des moyennes et basses chutes d'eau en France. La Houille Verte*. Ouvrage publié sous les auspices de M^r le Ministre de l'Agriculture, Paris, H. Dunod & E. Pinat, 2^e éd., 1909, p. 46, fig. 27 : profil de l'Iton et de ses biefs de la source à la limite du département de l'Orne [sans indication d'échelle]. — Il est singulier que ce livre, qui constitue un inventaire complet des ressources hydrauliques de huit de nos départements de l'Ouest (Orne, Eure-et-Loir, Sarthe, Mayenne, Maine-et-Loire, Manche, Calvados, Eure), ne renferme aucun autre profil fluvial. Cette lacune fournit, en l'espèce, la meilleure démonstration de l'insuffisance du matériel documentaire existant dans notre pays.

2. ANTOINE VACHER, *Le Berry. Contribution à l'étude géographique d'une région française*, Paris, Librairie Armand Colin, 1908. (Voir notre compte rendu de cet ouvrage, *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 390-406.) — L'ouvrage de L. GALLOUDEC intitulé : *La Loire. Étude de fleuve* (Paris, Hachette & C^e, 1910, in-8, 347 p., 46 fig. graphiques et cartes) renferme, p. 31-40, une « Bibliographie de la Loire » qui, pour des raisons inexplicables, s'arrête à l'année 1903.

3. ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES, *Cours de Navigation intérieure. 1883-1884*. M. GUILLEMIN, professeur. Atlas in-4, s. l. n. d. — Voir, pl. 2, fig. 4 : profils en long de la Loire et de ses principaux affluents, à 1 : 2 000 000 et 1 : 10 000.

dernier lieu, par M^r Vacher¹. Le même géographe a, en outre, publié le profil en long de la Loire, du Cher et de la Vienne au voisinage des confluent^s, ainsi que ceux d'une partie du cours de la haute Creuse, de la Bouzanne, de la Grande Sauldre et de l'Indroye³. Antérieurement, M^r Vacher avait déjà fait paraître, ici même, un profil du haut Cher et de son affluent la Tardes⁴; on lui doit également un profil de la section de la Vienne comprise entre Limoges et Confolens⁵.

Tout cet ensemble constitue un dossier graphique très satisfaisant, qui permet de se rendre compte, au moins dans ses caractères généraux, de l'hypsométrie des principales artères du réseau ligérien⁶, où manquent, toutefois, les affluents de droite, entre autres le faisceau de la Maine.

Réseau de la Garonne. — Au Sud-Ouest du bassin de la Loire, nous retombons d'abord dans le domaine de l'inconnu, ou mieux de l'indéterminé, avec les petits cours d'eau vendéens, la Sèvre Niortaise, la Charente, la Dordogne et son vaste réseau : notre ignorance est complète sur l'allure en profil de toutes ces voies fluviales, dont quelques-unes, les dernières surtout, présentent cependant un certain intérêt, ne fût-ce qu'en raison de leur développement kilométrique et de l'altitude des massifs montagneux où les rivières correspondantes prennent leur source⁷. Puis, en abordant le bassin de la Garonne, — où des raisons analogues à celles que nous avons rappelées pour le bassin de la

1. A. VACHER, *Le Berry...*, pl. xx, fig. 1. Échelles 1 : 2 000 000 et 1 : 10 000; rapport 1 : 200. L'original paraît avoir été établi par les soins de l'inspecteur général COMOR et est conservé aux Archives de l'ingénieur en chef chargé du Service spécial de la Loire, à Orléans.

2. *Ibid.*, pl. xx, fig. 2. Échelles 1 : 1 000 000 et 1 : 2 500; rapport 1 : 400.

3. *Ibid.*, p. 236, fig. 13; — p. 283, fig. 19; — p. 287, fig. 21; — p. 228, fig. 13. Ce dernier profil est à 1 : 500 000 et 1 : 2 500 (rapport 1 : 200), les trois autres sont à une échelle double, 1 : 1 000 000 et 1 : 5 000 (même rapport).

4. ANTOINE VACHER, *Le haut Cher, sa vallée et son régime. Étude d'hydrographie et d'hydrologie* (*Annales de Géographie*, XIV, 1905, p. 399-423; voir p. 401, fig. 2, 1 : 1 000 000 et 1 : 10 000, rapport 1 : 100). — Le même article contient, p. 402-404, quelques profils partiels à plus grande échelle (1 : 400 000 et 1 : 1 000, rapport 1 : 100); fig. 3 I (Tardes), 3 II et 4 (Cher).

5. J. BLAYAC et A. VACHER, *La vallée de la Vienne et le coude d'Erdeuil* (*Annales de Géographie*, XIV, 1905, p. 146, fig. 3; échelles 1 : 666 000 et 1 : 5 000; rapport 1 : 133).

6. Le volume de L. GALLOUÉDEC sur *La Loire*, déjà cité, renferme plusieurs profils partiels dont les dimensions sont malheureusement un peu réduites, et qui, n'étant pas établis à la même échelle, se prêtent mal à un examen comparatif (p. 130, pentes de la Loire supérieure jusqu'au Bec d'Allier; p. 168, profil en long de l'Allier; p. 179, pentes de la Loire en aval du Bec d'Allier; p. 202, profil en long du Cher; p. 211, profil en long de la Vienne). Dans le paragraphe du texte intitulé : *Profil en long de la Loire* (p. 261-264), il n'est guère question que des détails de la forme du lit.

7. Voir l'essai d'interprétation morphogénique du profil en long de la Vézère, entre la source et Varets, donné par A. DEMANGEON, *Le relief du Limousin* (*Annales de Géographie*, XIX, 15 mars 1910, p. 136, fig. 3; échelles 1 : 600 000 et 1 : 30 000; rapport 1 : 20). On trouvera dans le même article (p. 129, fig. 2) un profil analogue de la Vienne, en amont de Limoges, dressé à une échelle identique.

Loire auraient dû, semble-t-il, amener les mêmes résultats, — nous pénétrons dans le domaine de l'inédit : les documents sont abondants, et souvent de la meilleure qualité ; mais, enfouis dans les cartons des services administratifs, les choses se passent pour les personnes du dehors, et parfois aussi pour les ingénieurs eux-mêmes, comme si rien n'avait encore été fait dans ce sens ; nous retrouverons ces profils tout à l'heure.

La Garonne, comme la Loire, possède son profil synoptique, et c'est peut-être même le plus remarquable de tous ceux qui ont été exécutés en France ; mais on peut hésiter à le considérer comme ayant fait l'objet d'une publication effective, car il n'est qu'annexé à un rapport autographié de l'inspecteur général des Ponts et Chaussées Payen, en date de Paris, le 22 mai 1867¹. Imprimée en cinq couleurs, à l'échelle de 1 : 1 000 000 et 1 : 5 000 (rapport 1 : 200), cette planche représente, avec beaucoup de netteté, l'allure, non seulement de la Garonne elle-même, depuis le Bec d'Ambez jusqu'à la frontière d'Espagne au Pont du Roi, mais aussi celle de ses quatre grands affluents de droite : Dordogne, Lot, Tarn, Ariège, les trois premiers jusqu'au voisinage de leur source, et le dernier jusqu'à l'Hospitalet. Malgré l'exigüité de l'échelle, on est surpris de constater avec quelle précision le dessin exprime les différences de niveau, même les plus minimales² : les innombrables biefs en lesquels se décompose le cours inférieur du Lot, par exemple, entre Lévigüac et Aiguillon, y sont parfaitement visibles, de même que ceux de la basse vallée du Tarn, en aval d'Albi.

Un fait d'ordre plus général, qui a été maintes fois signalé³, et que cette image si expressive met particulièrement bien en évidence, c'est le caractère tranquille et la faible pente de ces deux branches du réseau, dont le profil se développe, sur toute sa longueur, contrairement à une règle qui passe pour absolue, *au-dessous* de celui du fleuve leur servant de commun émissaire. Cette allure de cours d'eau de plaine persiste vers l'amont, pour le Tarn, jusqu'au cœur des Causses, et à une faible distance de ses sources, jusqu'au confluent du Tarnon ; pour le Lot, dont le thalweg se relève un peu plus vite que celui de son voisin du Sud, à partir du confluent de la Truyère, les pentes qu'on peut qualifier de torrentielles ne commencent qu'encore plus loin de l'embouchure, à l'amont de Mende. Cette disposition spéciale

1. PAYEN, *Études sur les inondations de la Garonne. Rapport*, in-4, 110 p., 7 pl. *Le Profil en long de la Garonne et de ses principaux affluents* y est désigné sous le n° 2.

2. La courbe qui repond au thalweg de la Dordogne atteste, toutefois, par sa forme schématique, que les cotes d'altitude utilisées pour l'établir ont dû être fort peu nombreuses.

3. G. DE LA NOË ET EMM. DE MARCOURT, *Les formes du terrain*, Paris, Impr. Nationale, 1888, p. 62, et atlas, pl. XVIII, fig. 51.

aux deux branches maîtresses que le réseau reçoit du Massif Central, et qui contraste si fort avec l'allure concave, plus régulière, des deux branches pyrénéennes, — la Garonne supérieure elle-même, en amont de Toulouse, et l'Âriège. — est, sans doute, en rapport avec la nature perméable d'une grande partie de leur bassin, qui leur assure des eaux limpides, en temps normal, et un volume à peu près constant. Les deux rivières toulousaines, qui roulent des flots très variables, mais toujours chargés de troubles arrachés aux flancs des Pyrénées, nous apparaissent, au contraire, comme en plein travail d'alluvionnement. Cette différence dans le régime actuel des deux couples suffit-elle pour expliquer l'anomalie hypsométrique dont nous parlions? Ou convient-il de remonter plus haut dans l'histoire de la région et de faire intervenir, pour en rendre compte, des mouvements du sol d'inégale amplitude? Le profil de la Loire indique, sur une plus petite échelle il est vrai, des faits du même genre pour le Cher et la Vienne, au voisinage de leurs confluentes; et là, les phénomènes de transport et de surélévation des rives sont certainement responsables d'un pareil état de choses. D'autre part, on sait que le Lot présente une admirable succession de méandres encaissés, qui semblent attester une longue stabilité du sol dans ces parages. Contentons-nous donc de poser ce point d'interrogation, en souhaitant que quelqu'un mieux armé pour l'analyse complète du problème en discute bientôt les éléments.

Malgré les travaux justement réputés dont le lit de la Garonne a fait l'objet, de la part d'ingénieurs tels que Baumgarten ¹ et Fargue ², aucun profil technique à grande échelle de ce fleuve ou de ses affluents ne paraît avoir été publié. Il semble que le voisinage du canal latéral à la Garonne, puis du canal du Midi ait détourné l'attention au profit de ces travaux d'art. Quant aux cours d'eau qui dévalent de la crête des Pyrénées, à droite et à gauche du réseau girondin, Adour et gaves béarnais d'un côté, Aude et cours d'eau du Roussillon de l'autre, ils n'ont pas été plus heureux : aucun profil de grande ou de petite échelle, représentant tout ou partie de leur thalweg, n'a encore été

1. BAUMGARTEN, *Notice sur la portion de la Garonne qui s'étend en aval de l'embouchure du Lot dans le département de Lot-et-Garonne, et sur les travaux qui y ont été exécutés de 1836 à 1847* (Annales des Ponts et Chaussées, 2^e sér., XVI, 1848, 2^e sem., p. 1-157).

2. FARGUE, *Étude sur la corrélation entre la configuration du lit et la profondeur d'eau dans les rivières à fond mobile* (Annales des Ponts et Chaussées, 4^e sér., XV, 1868, 1^{er} sem., p. 34-92, pl. 136-159); — *Étude sur la largeur du lit moyen de la Garonne* (ibid., 6^e sér., IV, 1882, 2^e sem., p. 301-328, pl. 20); — *Note sur le tracé des rives de la Garonne* (ibid., 6^e sér., VIII, 1884, 1^{er} sem., p. 411-431, pl. 24); — *Expériences relatives à l'action de l'eau courante sur un fond de sable* (ibid., 7^e sér., VII, 1894, 1^{er} sem., p. 426-466, pl. 11-19); — *Hydraulique fluviale. La forme du lit des rivières à fond mobile*, Paris, Gauthier-Villars, 1908, in-8. [IV] + 187 p., 33 fig. et pl. (fait partie de l'Encyclopédie des Travaux Publics).

mis en circulation, pas plus, d'ailleurs, que pour les petits fleuves méditerranéens du Languedoc : Orb, Hérault, Vidourle, et les derniers affluents cévenols du Rhône, le Gard et la Cèze.

Réseau du Rhône. — C'est seulement avec l'Ardèche que nous retrouvons, dans le bassin rhodanien, un profil en long dû à un ingénieur des Ponts et Chaussées, M^r de Mardigny¹, profil malheureusement établi à une petite échelle, mais qui pourrait bien jouir du privilège d'être l'unique document de ce genre dont l'Administration ait entrepris la publication sur tout le versant méditerranéen de la France. Le Rhône lui-même n'a jamais été figuré qu'en partie, et encore n'est-ce pas dans un rapport officiel².

Rien de notable n'est à signaler non plus pour la Saône et les cours d'eau jurassiens³, ni pour les grands affluents de gauche du Rhône : Arve, Isère et Durance⁴. Les profils en long, à grande échelle, qui ont été donnés d'un certain nombre de torrents des Alpes françaises, bien que fort instructifs en eux-mêmes et parfaitement adéquats à l'objet pour lequel ils ont été dressés, répondent presque tous à des cours d'eau trop peu importants comme longueur pour qu'il y ait lieu de

1. *Profil en long de l'Ardèche, pris à la ligne d'étiage, depuis ses sources jusqu'au Rhône* (Annales des Ponts et Chaussées, 3^e sér., XIX, 1860, 1^{er} sem., pl. 174, fig. 3. Echelles 1 : 1 000 000 et 1 : 10 000, rapport 1 : 100. Ce profil dessine une courbe concave, très régulière. L'étude de M^r de Mardigny est intitulée : *Mémoire sur les inondations des rivières de l'Ardèche* (*ibid.*, p. 249-296, pl. 174-175).

2. Voir, par exemple, le *Profil longitudinal du Rhône entre la mer et Lyon* (1 : 2 000 000 et 1 : 8 000, rapport 1 : 250) joint au mémoire du général DE LAMOTHE, *Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isère, de la Moselle, du Rhin et du Rhône* (Bull. Soc. Géol. de France, 4^e sér., I, 1901, p. 345, fig. 10). Cette figure a été établie, dit l'auteur, à l'aide des documents que le Service des Ponts et Chaussées a bien voulu lui communiquer. — Un autre profil de la partie du cours du Rhône comprise entre Lyon et Saint-Louis, dressé à une échelle un peu plus grande (1 : 1 250 000 et 1 : 1 250, rapport 1 : 1 000), mais dont l'origine paraît être identique, bien qu'elle ne soit pas spécifiée, est contenu dans l'excellent ouvrage intitulé : *Der Wasserbau. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Dritter Teil* (Vierde, vermehrte Auflage, Erster Band, 4. Lieferung, Leipzig, W. Engelmann, 1906, gr. in-8 : *Die Gewässerkunde*, p. 204-230 : *Das Längenprofil*, par H. R. JASWEXN p. 208, fig. 79).

3. Du moins une partie de ceux-ci pourraient-ils être profilés graphiquement à l'aide des cotes déterminées autrefois et publiées par PARANDIER et DUHAMEL, dans leur mémoire : *Détails sur la Géographie physique et sur les Nivellements des diverses parties du département du Doubs*, in-8, 45 p., 1 pl. Extrait des *Annales de la Société Impériale d'Agriculture de Lyon*, séance du 4 février 1859.

4. Exception faite pour les deux sections de l'Isère et de l'Arve publiées par DASSE dans ses *Études relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières*, Paris, Impr. Nationale, 1872 (Extrait du t. XX des *Mémoires présentés par divers savants à l'Institut de France*, in-4, n-220 p., 12 pl. ; voir : pl. ix, Profil en long de l'Isère, du Pont de Grignon sous Albertville au Pont de la Gache sous le fort Barraux, 1 : 100 000 et 1 : 500 (rapport 1 : 200) ; pl. xii, Profil en long de l'Arve, du vieux Pont de Cluses au Pont de Bellecombe, 1 : 150 000 et 1 : 375 (rapport 1 : 400). Les données relatives à l'Arve avaient été communiquées à l'auteur par les ingénieurs sardes, en 1856 et 1857. Une grande partie de ce mémoire, célèbre mais peu connu, est consacrée à l'analyse des causes qui sont susceptibles de modifier la pente du lit des cours d'eau, et par conséquent la forme du profil en long.

les énumérer ici¹. Le seul fragment qui, dans ce domaine, mérite d'être mis à part, est dû à l'initiative privée, et ce sont les *Annales de Géographie* qui l'on fait connaître : je veux parler du profil en long du Grand Cañon du Verdon qu'a construit et commenté, il y a deux ans, M^r E. A. Martel². Quant à la Provence méditerranéenne, où d'ailleurs les cours d'eau ne sont pas nombreux, elle partage le sort du bassin du Rhône, de même que la région des Alpes Maritimes : le réseau du Var, cependant, constituerait pour l'étude de la variation des pentes un ensemble remarquablement homogène. Et l'on sait que M^r Jules Sion, dans sa thèse récente sur le Var supérieur³, n'a pas jugé utile d'en faire reproduire le profil.

2^o **Profils de cours d'eau français publiés à l'étranger.** — Nous arrivons à la partie de notre tâche la plus inattendue, il faut en convenir : l'énumération des cours d'eau français dont le profil en long, d'ailleurs établi par les services locaux, a été publié dans des documents étrangers, soit à titre privé, soit à titre officiel. Le cas se présente dans tout le Nord-Est de la France, pour les rivières dont l'aboutissement est en Belgique ou dans les Pays-Bas (Meuse) et en Allemagne (Moselle). Sur la carte jointe au présent article (pl. xv), le réseau de traits orangés que l'on voit pénétrer comme un coin en Champagne et en Lorraine, à partir de la frontière, met cette anomalie administrative en pleine évidence.

Le profil en long de la Meuse, depuis sa source dans le département de la Haute-Marne jusqu'à Woudrichem, près Gorcum, en Hollande, a été publié par un ingénieur belge, J.-A. Pierrot, dans la monographie très complète qu'il a consacrée à ce fleuve⁴. Ce travail, établi à 1 : 1 000 000 pour les longueurs et 1 : 2 000 pour les hauteurs (rapport 1 : 500), est resté peu connu en France : il n'est pas cité, par

1. C'est ce qu'à déjà fait M^r PAUL GIRARDIN dans son article : *Études de cônes de déjections. Le Torrent de l'Envers de Sollières en Maurienne* (*Annales de Géographie*, XIX, 15 mai 1910, p. 195, note 1).

2. E. A. MARTEL, *Le profil en long du grand Cañon du Verdon* (*Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 395-403, pl. XVIII-XX); voir : p. 397, fig. 1. Échelles, 1 : 150 000 et 1 : 4 500 (rapport 1 : 100). La longueur de la section profilée par M^r MARTEL est de 21 km.; la différence d'altitude entre les points extrêmes, de 153 m.

3. J. SION, *Le Var supérieur*, Thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris. Paris, Librairie Armand Colin, s. d. [1908], in-8, xi + 97 p., 4 pl. phot. (Voir, sur le profil en long du Var, les p. 2 et 3 de ce travail, ainsi que la note 1 de la p. 72.)

4. J.-A. PIERROT, *Bassin de la Meuse. Étude hydrologique et géologique* (*Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Ecoles spéciales de Gand*, XIV, 2^e livr., 1890-1891), Gand, Impr. C. Annoot-Brackman, Ad. Hoste succ^r, 1891, in-8, iv + 159 p., 7 pl. dont 1 carte géol. en 3 feuilles à 1 : 320 000, portant des indications hydrologiques conformes au système de BELGRAND : les terrains imperméables y sont représentés par des teintes plates, les terrains perméables par des rayures, les terrains semi-perméables par des teintes plates avec rayures superposées. Le profil en long de la Meuse forme la pl. II.

exemple, dans la consciencieuse *Étude sur la Vallée lorraine de la Meuse* du capitaine J. Vidal de la Blache¹.

Quant à la Moselle et ses affluents, on trouvera sur leur compte les renseignements les plus précis et les plus détaillés dans l'un des fascicules de l'enquête officielle allemande sur les crues du bassin du Rhin, préparée par les soins du Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogtum Baden², fascicule qui constitue un type excellent de monographie fluviale³. Le profil synoptique qu'il renferme⁴ met en lumière un fait remarquable : la Moselotte, le Madon, la Meurthe, la Vezouse et la Seille présentent chacun, sur une petite partie de leurs cours, le phénomène que nous avons déjà signalé dans le bassin de la Garonne pour le Lot et le Tarn, à savoir que le thalweg de ces rivières s'abaisse *au-dessous* de celui du cours d'eau principal dans lequel elles débouchent, c'est à-dire de la Moselle. Ce profil, établi à 1 : 1 200 000 et 1 : 3 000 (rapport 1 : 400), a été dressé, pour la portion française du bassin, à l'aide de profils en long *manuscris* de la Moselle et de la Meurthe, que l'auteur déclare avoir eu en communication : c'est donc dans ce dossier que, à défaut d'une publication directe, il convient d'aller les étudier. A la même origine se rattache sans doute le « Profil longitudinal de la Vallée de la Moselle entre Frouard et le Thillot (eaux moyennes) », à l'échelle de 1 : 2 000 000 et 1 : 10 000 (rapport 1 : 200), que le général de Lamoignon a inséré dans son *Étude comparée des systèmes de terrasses*, déjà citée⁵, et probablement aussi le profil synoptique formant la pl. II du mémoire de H. Joly sur *Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du Bassin de*

1. J. VIDAL DE LA BLACHE, *Étude sur la Vallée lorraine de la Meuse*, Thèse pour le doctorat d'Université présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris, Paris, Librairie Armand Colin, 1908, in-8, 190 p., 8 pl. Le profil en long de la Meuse, très réduit, que représente, sans indication d'échelle, la fig. 10 (p. 110) est emprunté au mémoire de J. CORNET sur *l'Évolution des rivières belges*.

2. Le titre général de la publication est le suivant : *Ergebnisse der Untersuchung der Hochwassererhöhltnisse im Deutschen Rheingebiet*. Auf Veranlassung der REICHSKOMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER STROMVERHÄLTNISSE DES RHEINS UND SEINER WICHTIGSTEN NEBENFLÜSSE und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen, bearbeitet und herausgegeben von dem ZENTRALBUREAU FÜR METEOROLOGIE UND HYDROGRAPHIE IM GROSSHERZOGTUM BADEN.

3. VII. Heft. *Das Moselgebiet*. Bearbeitet von M. VON TUIS. Mit 12 Tafeln. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn, 1905, in-4, viii + 70 p. [texte, 67 p. (tableaux), 6 pl. cartes à 1 : 600 000 (hypsométrie, géologie, hydrologie, hydrographie, forêts, pluies), 3 pl. profils, 3 pl. graphiques. — Voir : R. AUERBACH, *Le régime de la Moselle d'après un ouvrage récent* (Annales de Géographie, XVI, 1907, p. 23-30.)

4. Pl. VI. *Gefälle der grösseren Gewässer des Moselgebietes*. — Voir aussi le texte, p. 41-50 : *Die Gewässer des Moselgebietes*, et le tableau 3, p. 12'-22' : *Laufängen und Gefälle der Mosel und ihrer grösseren Nebenflüsse*. — Le profil technique de la pl. VIII, intitulé : *Das Gefälle der Mosel bei hohen und niedrigen Wasserständen zwischen der Reichesgrenze und der Moselmündung, mit Darstellung der Flusssohle, der Stauwerke und der Pegelstellen* 1 : 300 000 et 1 : 300 ; rapport 1 : 1 000, ne comprend pas, comme ce libelle l'indique, la partie française du cours de la Moselle.

5. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4^e ser., I, 1901, p. 318, fig. 5.

Paris¹. Ce dernier présente une originalité qui le rend fort instructif : l'auteur a cherché à indiquer, au moyen de teintes conventionnelles, comme le capitaine Lyons l'avait fait pour le Nil, la nature géologique du lit de chacun des thalwegs figurés sur cette planche.

J'ai déjà signalé le profil à grande échelle d'une partie du cours du Doubs, publié par le Service hydrométrique fédéral². Il existe, en outre, un profil, encore inédit, de toute la portion frontière du Doubs et de la section de son cours située en territoire suisse, à l'amont et à l'aval de Saint-Ursanne, à l'échelle de 1 : 100 000 et 1 : 10 000 (rapport 1 : 10), par M^r Ch. Jacot-Guillarmod, ingénieur au Bureau topographique fédéral, à Berne³.

Ce serait ici le lieu d'indiquer, en outre, les profils qui ont été publiés des parties étrangères de quelques cours d'eau français, le Rhône notamment. On possède un profil en long, imprimé, de tout le Rhône valaisan, depuis son origine au glacier du Rhône jusqu'à son débouché dans le lac de Genève, à Villeneuve. Ce profil a été donné par l'ingénieur des mines du Valais, H. Gerlach, dans son mémoire sur les Alpes Pennines⁴ ; il est intéressant à cause de l'importance qu'y prennent les cônes de déjections de deux grands torrents de la rive gauche, celui de l'Ilgraben (Finges) et celui du Bois-Noir (Saint-Barthélemy) ; leurs apports relèvent brusquement le niveau de base de l'amont, décomposant la courbe du lit en deux paliers successifs.

3° Profils manuscrits. — La plupart des profils en long de cours d'eau français que la carte ci-jointe (pl. xv) signale comme encore inédits ont déjà été inventoriés par M^r Antoine Vaucher, dans sa thèse

1. Nancy, Impr. Albert Barbier, 1909, in-4. Pl. II : Réseau hydrographique de la Moselle. Courbe de la Moselle et de ses affluents et nature géologique du lit de ces cours d'eau. Échelles 1 : 400 000 et 1 : 2 000 (rapport 1 : 200). Ce profil s'étend jusqu'à Bessch en aval de Sierck. Sur la même planche figure un « Détail du cours de la Seille », établi suivant une méthode identique, à 1 : 400 000 et 1 : 300 (rapport 1 : 200).

2. Voir ci-dessus, p. 323, note 1.

3. Le même géographe a également dressé, d'après les indications fournies par l'Atlas SIEGFRIED, le profil en long de l'Orbe, du Nozon, de la Reuse, du Seyon, de la Suze, de la Dünneren, de la Birse et de l'Allaine, à 1 : 100 000 et 1 : 10 000. Tous ces profils seront publiés par le signataire du présent article dans un mémoire sur *La Structure du Jura*, qui paraîtra prochainement sous les auspices du Service de la Carte géologique.

4. Profil des Rhonethals vom Genfersee bis zum Rhonegletscher (Dem Laufe der Rhone nach), dans : H. GERLACH, Die Penninischen Alpen (Neue Denkschriften d. allgemeinen Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1869, pl. 3. Échelle 1 : 200 000 et 1 : 5 000 (rapport 1 : 40). Reproduit dans *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, XXVII, 1883, pl. I, fig. 4, 1 : 300 000 et 1 : 7 500.

5. Le fait est déjà très net, malgré l'exiguité de l'échelle, sur la Coupe longitudinale de la vallée du Rhône entre Gletsch et Seyssel (longueurs 1 : 600 000 environ, hauteurs exagérées 30 fois) qui figure dans l'excellent *Manuel de Géographie physique* d'ÉMILE CUAUX et W. ROSIER (Lausanne, Payot & C^e, 1908, p. 62, fig. 146). Ce profil, qui comprend toute la cuvette du Léman et la traversée du Jura méridional, est un bon type de vallée non parvenu à l'état d'équilibre.

complémentaire portant ce titre : *Fleuves et Rivières de France. Étude sur les documents réunis par l'Administration des Ponts et Chaussées*¹. Il n'y a donc pas lieu d'y revenir en détail, sinon pour faire remarquer que trois groupes surtout se dessinent dans cette catégorie de documents : d'abord la Garonne et ses grands affluents de droite, Salat, Arize, Ariège, Tarn et Lot, dont le réseau forme un ensemble où il ne manque qu'un petit nombre de sections pour que le dossier soit complet ; en second lieu, la haute Loire, en amont de Roanne, œuvre d'un savant hydraulicien, l'ingénieur Graeff ; enfin l'Yonne et ses branches multiples, dont le profil a été probablement dressé sous l'inspiration de Belgrand. A ces groupes se rattachent des profils plus ou moins isolés, comme ceux de l'Oise et de la Marne, dans le bassin de la Seine et celui de la Saône, dont les besoins de la navigation ont, sans doute, provoqué l'établissement. Il n'y a, d'ailleurs, aucune unité d'échelle dans toutes ces pièces autographiées ou manuscrites : pour les profils du bassin de la Garonne, par exemple, ces échelles varient, suivant les sections, de 1 : 10 000 à 1 : 200 000 pour les longueurs et de 1 : 400 à 1 : 1 000 pour les hauteurs. Un travail de rédaction et de coordination assez important s'imposerait donc, si l'on voulait en tirer parti pour une publication éventuelle.

Les principaux documents que M^r Vacher avait examinés au Ministère des Travaux Publics ont été versés, l'année dernière (1909), aux Archives Nationales, où ils pourront être plus facilement consultés. Il est très regrettable que cette mesure n'ait pu être étendue à l'ensemble des dossiers réunis par l'Administration des Ponts et Chaussées, dont une grande partie a été irrémédiablement perdue, à la suite des inondations du mois de janvier 1910 : cet événement n'a que trop tôt justifié les craintes exprimées, ici même, en rendant compte de la thèse de notre collaborateur².

Indépendamment des pièces rassemblées à Paris par les soins de l'Administration centrale, il doit exister dans les départements un grand nombre de profils manuscrits, conservés dans les bureaux des ingénieurs chargés des services locaux ou du contrôle de la navigation fluviale. M^r Vacher en a fait un premier récolement pour la partie moyenne du bassin de la Loire : cette enquête, poursuivie auprès des ingénieurs de Bourges, Saint-Amand, Montluçon, Châteauroux, Le Blanc, etc., lui a fourni une ample moisson de profils en long, ceux-là mêmes qui ont été reproduits, après réduction, dans son ouvrage sur *Le Berry*³. La même recherche, poursuivie dans d'autres régions de

1. *Bulletin de Géographie historique et descriptive, Année 1908*, Paris, p. 323-400. A part, Paris, Impr. Nationale, 1908, [vi] + 76 p., index, chap. II et III (p. 47-49 du tirage à part).

2. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 404, note 7.

3. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 399 et suiv.

la France, conduirait certainement à des découvertes intéressantes : je n'en veux pour preuve que le grand profil en long du Rhône, du lac Léman à la Méditerranée, en trois parties, qui se trouve à Lyon, et dont une photographie m'a été obligeamment communiquée par M^r l'ingénieur en chef R. Tavernier¹.

4° Profils relevés par le Service du Nivellement général de la France.

— Toutes les entreprises partielles dont il a été question jusqu'à présent affectent essentiellement, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte, un caractère provisoire. De valeur et d'échelles très inégales, établis à des dates différentes et sans aucun plan d'ensemble, on ne peut voir dans la plupart de ces profils qu'une première approximation.

Il n'en va pas de même pour la dernière catégorie de documents qui nous reste à signaler : les profils relevés sur le terrain par le Service du Nivellement général de la France. A vrai dire, l'effort de ce Service, en ce qui concerne les cours d'eau de notre pays, n'a encore porté que sur une petite partie des Alpes françaises, et aucune feuille résultant de ces opérations n'a encore été publiée ; mais, à la différence de presque tous les profils antérieurs, ceux-ci sont construits directement, par un personnel spécial, rompu à ce genre de travaux par une longue pratique des nivellements topographiques. Il y a donc unité absolue dans les méthodes employées, et l'on peut être certain aussi qu'il y aura identité parfaite dans la manière de présenter les résultats. Le but qu'on s'est proposé, au Ministère de l'Agriculture, quand, après entente avec le Ministère des Travaux Publics, on a confié cette tâche au Service du Nivellement général, en 1906, a été, avant tout, de permettre une évaluation précise des grandes forces hydrauliques disponibles dans nos massifs montagneux. L'essor si rapide qu'a pris, en ces dernières années, l'utilisation des sources d'énergie électrique, — l'industrie de la « Houille blanche », comme l'ont nommée ses inventeurs², — exige impérieusement la connaissance des hauteurs de chute et de débit,

1. Voici quelques indications sur ce précieux document : 1° *Carte et profil en long du Rhône entre le lac Léman et le château du Parc (origine de la navigation)*. Échelles du plan 1 : 40 000 ; du profil en long : longueurs 1 : 40 000, hauteurs 1 : 1 000 (rapport 1 : 40) ; — 2° *Profils en long du Rhône, du Parc au confluent de la Saône. Basses eaux de 1858, 1872, 1885. Crues de 1856 et de 1882*. Échelles : longueurs 1 : 100 000, hauteurs 1 : 200 (rapport 1 : 500) ; — 3° *Profil en long du Rhône entre Lyon et la Mer [Tour S'-Louis]. Étiage et eaux moyennes*. Échelles : longueurs 1 : 100 000, hauteurs 1 : 200 (rapport 1 : 500). Ce dernier profil représente seul, outre le niveau des eaux moyennes et celui de l'étiage, la configuration du terrain « dans le voisinage des berges » et le fond du lit ; on y remarque, entre autres détails, la fréquence des cuvettes profondes à l'amont de la plupart des ponts (Givors, Condrieu, Chavanay, Saint-Vallier, La Voulte, etc.).

2. Voir l'article du commandant A. AUDEBRAND, *La Houille Blanche en France. Son état présent, son avenir* (*Annales de Géographie*, XIII, 1904, p. 37-55 ; carte et phot., pl. 3-4).

c'est-à-dire l'exécution de nivellements exacts et de jaugeages aussi nombreux que possible¹. Les études ont naturellement commencé en Savoie et en Dauphiné, dans les hautes vallées de l'Isère, de l'Arc et de la Durance. Après quatre campagnes consécutives, le Service se trouve actuellement en possession de 4 518 km. de profils, relevés, calculés ou dessinés; la petitesse de l'échelle de la carte jointe au présent article n'a pas permis d'y distinguer par des signes spéciaux ces degrés d'avancement du travail : il suffira, pour en connaître le détail, de se reporter aux planches qui, chaque année, sont jointes au rapport adressé par M^r Ch. Lallemand au Ministre des Travaux Publics².

Pour établir ces profils, 4 points par kilomètre, en moyenne, sont déterminés sur le terrain. Quand il est possible de les rattacher, de distance en distance, aux lignes préexistantes de nivellement longeant les cours d'eau, et ce cas paraît être le plus fréquent, l'erreur des altitudes obtenues est généralement inférieure au *décimètre*. Les opérations du levé proprement dit sont effectuées au moyen du tachéomètre auto-réducteur (tachéomètre Sanguet) et de l'écli-stadiomètre imaginé par M^r Ch. Lallemand.

L'impression des feuilles qui répondent à la Tarentaise (réseau de la haute Isère) et à la Maurienne (réseau de l'Arc), ainsi qu'au bassin supérieur de la Durance en amont d'Embrun, est imminente et commencera cette année même (1910). L'échelle adoptée pour les abscisses, sur ces profils, est de 1 : 50 000 et celle des ordonnées, en général, de 1 : 500 (rapport 1 : 100), les cotes figurées correspondant au « niveau moyen caractéristique » de la surface de l'eau. Outre les altitudes des repères placés au voisinage des berges et de tous les points déterminés lors de l'établissement du profil en long, on y trouve indiquées les longueurs cumulées (comptées de l'aval à l'amont), les distances partielles avec les pentes en millièmes, la date des opérations dans chacune des sections représentées et le nom des opérateurs. Des notations spéciales font connaître la largeur moyenne et la profondeur approximative du lit, ainsi que la hauteur relative des berges sur les deux rives, et signalent les stations de jaugeage, échelles hydro-métriques, ponts, prises d'eau et débouchés d'affluents. Des croquis annexes, plans ou profils en travers, fournissent tous les renseignements utiles sur la disposition des lieux autour des stations de jaugeage et des repères les plus importants.

1. Sur l'utilisation des forces hydrauliques, on trouvera les données les plus sûres dans l'ouvrage richement documenté et illustré de Tu. KOENIG, *Anschau von Wasserkraften*, Leipzig, W. Engelmann, 1908, gr. in-8, xxii-1232 p., 467 fig., atlas de xvii p. et 85 pl. (fait partie du *Handbuch der Ingenieurwissenschaften*, III. Teil, *Der Wasserbau*, Dreizehnter Band).

2. Le dernier de ces comptes rendus, relatif à l'exercice 1909, comprend 11 p. dactylographiés et est accompagné de 6 pl. en couleurs cartes-index.

Le programme des travaux sur le terrain prévus pour 1910 comporte : en Savoie, le levé du Doron de Beaufort, de l'Arly et de la Chaise, c'est-à-dire de l'ensemble du réseau aboutissant à l'Isère un peu en aval d'Albertville ; dans le Grésivaudan, le levé du Bréda (Allevard) et des petits torrents qui descendent de la chaîne de Belle-donne vers l'Ouest : Adrets, Lancey, Domène, Gières, Echirolles, etc. Dans le bassin de la Durance, les opérations porteront sur le haut Verdon, en amont de Saint-André de Méouilles, et son affluent l'Issole, ainsi que sur les trois branches de l'Asse qui se réunissent près de Barrême, dans les Basses-Alpes. Les profils de la Durance, entre Embrun et Mirabeau, du Guil, de l'Ubaye, du Grand et du Petit Buech, de la Sasse et du Jabron, levés antérieurement au 31 décembre 1909, sont en construction et seront prochainement publiés.

Les crédits annuels affectés à ces études, tant sur le terrain que dans le cabinet, ont été de 2 650 fr. environ en 1906 et ont dépassé 9 000 fr. en 1907 et 11 000 fr. en 1908 ; ils ont, malheureusement, été réduits à 6 746 fr. pour 1909 et ne sont plus que de 5 890 fr. (prévisions) pour l'exercice 1910. Le prix de revient pour l'établissement des profils ressortait, en 1909, à 18 fr. par kilomètre en moyenne, plus 3 fr. pour les frais de rédaction et de dessin.

Toutes les opérations sont faites pour le compte du Service d'Étude des Grandes Forces Hydrauliques, qui relève du Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles), et dont le chef est M^r R. de la Brosse, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Grenoble. Les planches, de dimensions uniformes, seront réunies en albums consacrés chacun à un ensemble naturel ; des profils synoptiques résumeront, en tête de ces fascicules, les données les plus intéressantes fournies par les levés de détail. La France sera bientôt, ainsi, en possession d'un inventaire très complet d'une partie de ses richesses hydrauliques, résultat qu'elle devra surtout à l'heureuse initiative de M^r le directeur Dabat, au zèle inlassable de MM^{es} les ingénieurs en chef R. de la Brosse et R. Tavernier, et au précieux concours de M^r l'inspecteur général Lallemand et du personnel attaché à son service.

CONCLUSION.

A l'heure actuelle, les travaux exécutés par les géomètres du Nivellement général ne concernent encore, malheureusement, que les seuls cours d'eau non navigables. Bien que ces agents relèvent du Ministère des Travaux Publics, ils opèrent, comme on l'a vu, pour le compte du Ministère de l'Agriculture. Ce dualisme administratif ne va pas sans présenter de sérieux inconvénients pour la solution de cer-

tains problèmes d'ordre technique, inconvénients plus lâcheux encore quand les intérêts de la science pure sont en jeu.

Sans aller jusqu'à réclamer la création d'un « Ministère des Eaux » où pourraient être centralisées, à l'avenir, toutes ces études et bien d'autres travaux du même genre (questions concernant la navigation intérieure, les inondations, les irrigations, les distributions d'eau, les installations hydro-électriques, etc.), il faut souhaiter, tout au moins, qu'une augmentation des crédits permette d'étendre de plus en plus le champ d'action du Service qui a si bien amorcé le recensement des ressources hydrauliques de la région des Alpes. Si les industriels, dans bien d'autres parties de la France, sont directement intéressés à ce concours actif des pouvoirs publics, les géographes et les géologues, eux aussi, y trouveront leur compte. Ce n'est jamais en vain, d'ailleurs, qu'on fait appel au dévouement et à la compétence des ingénieurs de l'État, dans la patrie des Prony, des Surell et des Belgrand.

EMM. DE MARGERIE.

LA CRUE DE JANVIER 1677 A PARIS

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DU RÉGIME DE LA SEINE

Il existe au Département des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale trois pièces qui nous ont paru assez précieuses pour l'étude du régime de la Seine dans le passé et le parti qu'il nous semble possible d'en tirer pour l'avenir. Elles ont trait toutes trois à la crue de 1677, dont Belgrand ne dit mot dans son ouvrage sur la Seine¹, à laquelle M. Champion réserve une mention très discrète dans son livre sur les inondations², dont, enfin, N. de la Mare, dans son *Traité de la Police*, se contente de dire : « Les inondations des mois de janvier 1665 et 1677 mirent encore les ponts dans un péril évident »³. Or la crue de 1677 figure parmi celles qui ont inquiété le plus les Parisiens, sinon par l'abondance des eaux, du moins par l'importance du volume des glaces charriées et des dégâts causés par ces dernières.

De ces trois documents, deux sont datés du 16 janvier 1677 et portent la signature du lieutenant de police de la Reynie ; le troisième, plus étendu et plus précis, est du 18 janvier de la même année et est l'œuvre du sieur de Ryandt, qui était très probablement, à cette époque, Procureur du Roi au Châtelet⁴. Ces trois documents se trouvent réunis dans le tome 174 des « Mélanges Colbert », depuis le folio 160 jusqu'au folio 172⁵. Ils semblent constituer une sorte de

1. BELGRAND, *La Seine. Études hydrologiques...*, Paris, 1872.

2. MAURICE CHAMPION, *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours. Recherches et documents*, Paris, V. Dalmont (Dunod), 1858-1864, 6 vol. in-8. — Voir, I, p. 89 : « Dans la seconde moitié du XVII^e siècle ou les débordements ne furent pas aussi désastreux, ou on négligea de les mettre par écrit, car nous n'en trouvons que quelques indications sommaires qui ne sont guère que des dates. » — Plus loin, p. 90 : « Au mois de janvier 1677, l'inondation mit les ponts en péril et l'eau alla jusqu'à St-Esprit en Grève. » Encore l'auteur présente-t-il une réserve sur cette dernière assertion, en faisant observer que DULAURE place le débordement en 1667.

3. N. DE LA MARE, *Traité de la Police*, Paris, 1705-1738, 4 vol. in-fol., IV, p. 297.

4. Il existe une lettre de COLBERT à DE RIANTZ, Procureur du Roi, du 12 novembre 1678. (G. B. DEPPING, *Correspondance administrative sous le règne de Louis XIV...*, II, Paris, 1851, p. 212.) — D'autres lettres de COLBERT le mentionnent avec ce titre ou celui de Procureur du Roi au Châtelet en 1680. Voir notamment : PIERRE CLÉMENT, *Lettres, Instructions et Mémoires de Colbert*, VI, Paris, 1869, p. 56, note 4, et *Table analytique*, Paris, 1882, p. 360. — Enfin, dans une lettre à DE LA REYNIE, du 30 avril 1680, il est fait allusion à « certaines lettres patentes... obtenues par M. de Riant, Procureur du Roi, du mois d'août 1673. » (Bibl. Nationale, Manuscrits, Collection Clairambault, vol. 463, fol. 287.)

5. La première de ces trois pièces (voir ci-dessous p. 346 et suiv.) occupe les folios 160 et 161, la seconde les folios 162 et 163, la troisième les folios 168 à 172.

dossier dressé par le ministre de Louis XIV, sur un événement auquel le pouvoir royal ne resta pas indifférent.

Nous ferons précéder ces pièces d'une courte analyse destinée à préciser les renseignements qu'elles nous ont transmis.

La crue semble s'annoncer dans la journée du vendredi 15 janvier par le gonflement et la débâcle de la Bièvre. Cette modeste rivière, en effet, commença alors à déborder, avec une rapidité et une violence telles que, en dépit des mesures prises par les officiers de police, elle traversa sur sa rive gauche la « Vieille rue St-Jacques », s'avança « jusques aux portes de l'église St-Médard », abattit « un pan de muraille » de l'hôpital de la Pitié, sans épargner les maisons voisines, condamna enfin « quelques corps morts que l'on portait de l'Hôtel-Dieu » à rester en route « sans être inhumés ». Cette inondation de la Bièvre n'était, elle-même, qu'une avant-coureuse d'une crue beaucoup plus forte et beaucoup plus grave, provoquée par une débâcle de la Seine supérieure et de la Marne. Les quelques glaçons charriés par la rivière des Gobelins étaient bien modestes en comparaison de ceux qui allaient les rejoindre et désoler les riverains de la Seine elle-même.

Dans la nuit du 15 au 16 janvier, l'arrivée des premières eaux de crue de la Seine et de la Marne est si rapide que, « dans un instant », vers quatre heures du matin, le niveau du fleuve se trouve augmenté « de six à sept pieds »; ses eaux charrient des glaçons qui, venant se briser contre les piles des ponts, provoquent un bruit semblable à celui du canon; un peu plus de deux heures après, « nombre de bateaux », entraînés par la violence du courant, renforcent l'action de la glace et contribuent à détruire « cinq palées » et « six travées » représentant la moitié du pont des Tuileries, dont la police venait à peine d'interdire l'accès.

A ce moment, la violence des eaux et le danger causé par les glaces s'annonçaient tels que « les plaines d'Ivry et autres endroits » étaient déjà inondés et couverts de glaçons « d'une grosseur prodigieuse ». Cette inondation de la banlieue immédiate de Paris avait, du moins, pour effet d'atténuer un peu « le désordre » qui allait survenir dans la capitale.

En effet, les glaçons qui pénétraient dans Paris devinrent bien vite plus nombreux et plus importants; ils s'y accumulèrent en véritables « rochers ». Plusieurs de ces blocs immenses s'élevèrent en quelques heures « jusqu'au second étage de la Tournelle », où l'on enfermait les galériens. Plusieurs arcades du pont voisin furent obstruées par ces amoncellements; deux arcades seules restèrent libres pour le passage des eaux et pour celui des glaçons restés mouvants. Pendant ce temps, les arches du pont Marie, qui unissait l'île

Saint-Louis à la rive droite, comme le pont de la Tournelle la rattachait à la rive gauche, étaient fermées par « plusieurs bateaux et des glaçons d'une épaisseur de deux à trois pieds ». Cette masse énorme réussit pourtant à se faire ouverture, et, quelques instants après, on pouvait voir « quantité de bateaux », arrachés à leurs amarres, venir se briser « aux arches du pont Notre-Dame et du Pont-Neuf ». A huit heures du soir, la plupart des arches des ponts qui traversaient Paris étaient bouchées « jusques au haut du ceintre », et la rivière coulait toujours avec violence sous les arches que la quantité des glaçons avait épargnées. — Le lendemain 17, la crue n'avait encore rien perdu, semble-t-il, de sa violence et de son intensité.

Cette crue provoqua chez les habitants une grande frayeur et laissa après elle de graves dégâts. Tout d'abord, plusieurs ponts furent endommagés, et deux arrêts du Conseil d'État, l'un daté du 1^{er} avril 1677¹, l'autre du 17 avril de la même année², nous apprennent que, quelques semaines plus tard, le pont des Tuileries et le pont de bois qui conduisait de l'île Saint-Louis au cloître Notre-Dame étaient remplacés provisoirement par des services de bacs. D'autre part, si les flots ne réussirent pas à emporter la Samaritaine, grâce aux précautions dont cet édifice fut l'objet, ils entraînent avec eux « trois moulins appartenant à l'Hôtel-Dieu » et à un conseiller de la Grand'Chambre. Une galerie, qu'un riverain avait fait construire pour passer de sa maison jusqu'à une pompe élevée sur le pont Notre-Dame, subissait le même sort. Enfin, tous les bateaux qui se trouvaient dans les ports étaient fracassés.

Ces dégâts matériels furent encore aggravés par des pertes humaines. On cite notamment le cas de plusieurs femmes qui, occupées à laver du linge sur des bateaux, furent surprises par le torrent. Sept d'entre elles furent assez heureuses pour être sauvées, grâce au dévouement d'un batelier; les autres, au nombre de huit ou neuf, périrent, « suffoquées par les eaux » ou « brisées par les glaces ». On a noté aussi le sort réservé à quelques personnes qui, occupées dans les moulins emportés par le fleuve, périrent « pour n'avoir pas exécuté assez tôt les ordres qu'on leur avait donnés de se retirer ».

N'oublions pas, enfin, que la plupart des ponts étaient alors occupés par des maisons de plusieurs étages, et que l'épouvante des habitants fut telle que, dès la nuit du 15 au 16, presque tous avaient abandonné leur domicile; les autres les imitèrent dans la journée du lendemain.

D'une manière générale, cette crue de janvier 1677 semble avoir frappé les contemporains à la fois par la violence exceptionnelle de

1. Voir : Bibl. Nationale, Manuscrits, Collection Clairambault, Inventaire des arrêts du Conseil d'État signés en commandement par le Secrétaire d'État ayant le département de la Maison du Roi, vol. 660, fol. 598.

2. Ibid., fol. 600.

ses eaux et l'épaisseur toute particulière de ses glaces. De Ryandt va jusqu'à dire qu'on n'avait pas souvenance d'en avoir vu de semblable depuis la crue de l'année 1608, celle du grand hiver, « dans laquelle, observe-t-il, Mathieu remarque qu'il s'était levé sur la rivière de grandes et hautes montagnes de glaces assez fortes pour ruiner non seulement des ponts mais des villes entières »¹.

ALFRED UHRY.

PIÈCE N° 1²

Ce 16 de janvier 1677.

MONSIEUR,

Bien que le dégel ait été extrêmement doux, la rivière ayant grossi, elle a fait beaucoup de désordre cette nuit à Paris par les glaces qu'elle a entraînées. Presque tous les bateaux qui se sont trouvés dans les ports ont été fracassés; le pont Rouge a été emporté ce matin à six heures par la seule glace qui était entre ce pont-là et le Pont Neuf et il y a encore présentement un très grand sujet de craindre pour tous les autres ponts de Paris et surtout pour les ponts de la Tournelle et petit Pont, pour le pont Marie et pour le pont au Change, parce qu'il s'y est arrêté des montagnes de glace que ces ponts auront peine à soutenir longtemps et ils seront infailliblement emportés s'il vient un surcroît d'eau capable de pousser avec impétuosité les glaces qui sont entassées à la tête et au milieu de la rivière d'une manière tellement extraordinaire que le peuple y accourt de tous côtés pour voir ces amas de glace dont l'épaisseur et la quantité ont quelque chose de prodigieux. C'est, Monsieur, sur les deux heures après minuit que le plus grand désordre est arrivé et le bruit a été si grand que ceux qui logent sur les ponts et sur les bords de la rivière ont été sur pied et en crainte tout le reste de la nuit. On a appréhendé que la Tournelle où sont les galériens ne fût emportée et il est vrai que la glace qui s'y est élevée jusques au premier étage par l'effort de celle qui est au-dessus pouvait donner quelque appréhension.

La rivière des Gobelins a été aussi, Monseigneur, extrêmement débordée, mais comme la rivière de Seine ne l'a pas été à proportion, ce torrent, qui a en son cours et sa décharge par ce moyen, n'a fait d'autre désordre dans le

1. Voir à ce sujet : PIERRE MATHIEU, *Histoire de France* [de François 1^{er} à Louis XIII], Paris, 1631, 2 vol. in-fol. (Bibl. Nat., L²⁰ n° 28 A), II, p. 773 et 774. — Les « montagnes de glace » dont parle l'auteur concernent, non la Seine, mais la Saône, non Paris, mais Lyon; de même, il fait allusion aux « ruines et dégâts que fit la rivière de Loire sur tous ses voisins »; pourtant, il termine son récit en disant : « sitôt que la rivière de Seine fut libre, le roi alla à Saint-Germain ». — Voir, d'autre part, au sujet du « grand hiver » de 1608 : MAURICE CHAMPION, *ouvr. cité*, I, p. 24-25. — Remarquons que le rapport de DE RYANDT est accompagné d'une analyse du passage de MATHIEU relatif à cette crue de 1608. Voir : *Mélanges Colbert*, tome 174, fol. 173.

2. Bibl. Nationale, Mss., *Mélanges Colbert*, vol. 174, fol. 160.

faubourg où il a passé que celui d'abattre quelques murs à l'hôpital de la Miséricorde. Les officiers font ce qu'ils peuvent, Monsieur, pour le secours de tous ceux qui en ont besoin. Je suis, avec tout le respect que je vous dois,

Monsieur,

Votre très humble et très obéissant serviteur.

DE LA REYNIE.

PIÈCE N° 2¹

Ce samedi au soir 16 de janvier 1677.

MONSIEUR,

La rivière étant crue de plusieurs pieds environ, sur les trois heures de cette après-dinée, les glaces qui étaient entassées dans le canal au-dessus de Paris ont été jetées en partie dans la plaine et le reste avec ce qui en était retenu par les ponts a été emporté et brisé d'une furie qui a épouvanté tous ceux qui l'ont vu. Quelques arches des ponts de la Tournelle, de celui de l'Hôtel-Dieu et de Petit-Pont ont été d'abord bouchées depuis le fond de l'eau jusques en haut du ceintre et elles sont encore au même état à huit heures du soir; mais le péril ne semble pas avec cela, Monsieur, être tel à présent qu'il paraissait être tout ce matin parce que les ponts ont souffert les plus rudes chocs qu'ils pussent avoir et parce que la rivière coule toujours cependant sous les arches qui sont libres, quoique ce soit avec plus de rapidité.

Les habitants des maisons qui sont sur le pont Marie avaient commencé, dès cette nuit à se retirer et ils ont quitté entièrement. Ceux de Petit-Pont les ont imités ce matin et tout ce qui restait sur tous les autres ponts habités a été si effrayé du bruit et du fracas de cette après-dinée qu'il n'y est resté personne. J'en ai donné avis à M^r le chevalier du guet et à M^r Bloxnor afin qu'ils prennent des précautions pour cette nuit dans ces quartiers-là et afin, Monsieur, qu'elles se puissent étendre, s'il y a moyen, jusques à la pointe du jour.

Quelques moulins et le reste des bateaux ont été emportés. On prétend qu'il y a eu jusques à vingt-cinq ou trente personnes qui se sont laissées surprendre et qui ont péri; mais le nombre n'en est pas bien assuré.

Je suis, avec tout le respect que je vous dois,

Monsieur,

Votre très humble et très obéissant serviteur,

DE LA REYNIE.

PIÈCE N° 3².

Le vendredi 15 de ce mois, la rivière des Gobelins commença à se déborder avec beaucoup d'impétuosité et, sans les soins que les officiers de police

1. Bibl. Nationale, Mss., Mélanges Colbert, vol. 174, fol. 162.

2. Ibid., vol. 174, fol. 168-172.

y ont apportés, elle aurait fait un bien plus grand dégât. Il y a eu un pan de muraille de la Pitié et des maisons voisines qui ont été abattues par son débordement qui fut tel que quelques corps morts que l'on portait de l'Hôtel-Dieu y demeurèrent sans être inhumés, ce qui donna beaucoup de crainte aux habitants des faubourgs de Saint-Marcel et Saint-Victor. Mais la grande crue des eaux des rivières de Seine et de Marne n'étant pas encore arrivée, cela donna plus de facilité à l'écoulement des eaux, ce qui garantit ces faubourgs du déluge dont ils étaient menacés, l'eau ayant déjà été jusques aux portes de l'église de Saint-Médard. Ce torrent ayant détaché quantité de glaces et la crue des eaux des rivières de Seine et de Marne étant survenue emporta nombre de bateaux qui, allant donner contre les arches du pont des Tuileries avec les débâcles de bateaux de bois et grande hauteur de glace, ont entraîné cinq palées et, par même moyen, six travées dudit pont qui en font la moitié.

Samedi 16, six heures du matin, quelque temps auparavant la chute, M^r DE VENDÔME y avait passé, quelque soin que M^r le lieutenant de police eût pris pour empêcher que l'on ne passât sur ce pont. Personne ne périt dans ce rencontre, quoique l'on ait fait courir le bruit qu'un garçon boucher conduisant de la viande était tombé dans la rivière. Et, sur ce que nous vîmes plusieurs personnes sur les lices du reste du pont pour voir les glaces, nous les fîmes retirer et fermer la porte qui restait du côté des Tuileries avec ordre à des archers d'en empêcher l'entrée. Le bruit que fit la rupture des glaces fut si grand qu'il semblait que ce fût autant de coups de canon et la crue des eaux fut si violente sur les quatre heures que, dans un instant, elle se trouva augmentée de six à sept pieds. Le désordre aurait été bien plus grand si les eaux ne se fussent point débordées dans les plaines d'Ivry et autres endroits où elles ont jeté des glaces d'une grosseur prodigieuse. C'était chose affreuse de voir la quantité de ces glaces qui s'étaient amassées en rochers. Il y en eut qui allèrent jusques au second étage de la Tournelle où l'on met les galériens et qui, s'élevant au-dessus les unes des autres, barrèrent plusieurs arcades dudit pont, de telle sorte qu'il n'en resta que deux de libres pour le passage de l'eau, ce qui donna appréhension pour les ponts de l'Hôtel-Dieu et de Notre-Dame et pour les maisons voisines. Mais ce qui augmentait la frayeur était que plusieurs bateaux et des glaçons d'une épaisseur de deux à trois pieds avaient fermé les arches du pont Marie, qui en empêchèrent le cours pendant un très long temps et qui, se faisant ensuite ouverture, emportèrent quantité de bateaux qui s'allèrent briser aux arches du pont Notre-Dame et du Pont-Neuf.

Sans le soin que l'on a pris de la Samaritaine, elle aurait pu être emportée par la force des flots qui entraînaient après eux trois moulins, appartenant à l'Hôtel-Dieu et à M^r Lecocq, conseiller de la Grand'Chambre, et trois bateaux, dans lesquels il se trouva quelques femmes qui lavaient du linge. Il y en eut sept qui furent assez heureuses de se sauver du naufrage par le prompt secours qu'un batelier apporta dans le dessein qu'il eut de sauver sa belle-mère qui périt avec huit ou neuf femmes dont les unes furent suffoquées par les eaux, les autres brisées par les glaces, mais d'une différente manière, l'une ayant eu la tête coupée par un glaçon et une

autre les deux cuisses. Il y a eu quelques personnes dans lesdits moulins qui ont péri pour n'avoir pas exécuté assez tôt les ordres qu'on leur avait donnés de se retirer et le débris des bateaux, la violence des eaux et des glaces emportèrent, sur les cinq heures du soir, deux arches du pont des Tuileries de six qui restaient. L'épouvante a été si grande que la plupart des habitants qui logeaient sur les ponts au Change, Notre-Dame et pont Marie ont emporté tous leurs meubles et l'on donne tous les ordres nécessaires pour empêcher les carosses et les charettes d'y passer.

Le dimanche 17, l'impétuosité de l'eau emporta une galerie que le sieur DANCE a fait construire pour passer de sa maison à la pompe qui est sur le pont Notre-Dame. La violence des eaux a été si grande et l'épaisseur des glaces si forte que l'on n'avait point entendu parler de semblable depuis l'année 1608 qui est celle du grand hiver, dans laquelle MATHIEU remarque qu'il s'était élevé sur la rivière de grandes et hautes montagnes de glaces assez fortes pour ruiner non seulement des ponts, mais des villes entières. Il remarque que l'on appréhendait si fort pour le pont de Lyon que, pour le fortifier, on le chargea de pierres de sépultures antiques et de pièces de fer.

Je prends la liberté de vous envoyer l'extrait comme il se trouve dans son histoire et vous supplie, Monseigneur, d'être persuadé que personne au monde n'est avec plus de respect et de passion,

Votre très humble, très obéissant et très obligé serviteur,

DE RYANDT.

Le pont de bois qui va de l'île à Notre-Dame a beaucoup souffert. Je crois néanmoins qu'il se pourra garantir. Nous n'avons pas laissé de faire fermer les portes pour empêcher le monde d'y passer...

Ce lundi 18 janvier 1677.

LA TRANSGRESSION DE LA MER DES FALUNS DANS LA RÉGION DE LA LOIRE

(CARTE, PL. XVI)

Les études géologiques faites dans la région de la Loire moyenne ont montré le rôle considérable qu'a joué, au point de vue géographique, la transgression de la mer des Faluns en Touraine à l'époque miocène. L'attraction qu'elle a exercée sur le réseau hydrographique de la Loire est apparue avec évidence. C'est elle qui a détourné la Loire vers l'Ouest à partir d'Orléans; c'est elle encore qui a déterminé la convergence en Touraine du Cher, de l'Indre et de la Vienne, qui, groupés en un seul faisceau, viennent se jeter dans le fleuve dans la région de Langeais-Candes. Mais là ne se bornent pas les conséquences géographiques de la transgression falunienne; l'étude de la répartition des dépôts de faluns permet de se rendre compte des conditions topographiques dans lesquelles s'est effectuée cette transgression et de la part qui lui revient dans le modelé actuel du sol. C'est ce que nous voudrions montrer dans le présent article.

I

Pour retracer les phases de cette évolution, il est nécessaire de remonter quelque peu en arrière et d'esquisser la succession d'événements qui ont précédé et préparé l'invasion marine. Depuis la fin de l'époque crétacée, la mer avait abandonné la partie méridionale du Bassin de Paris; sur le sol largement érodé se déposèrent, d'abord, en Anjou, les grès à Sabalites, d'âge éocène inférieur, qui débutent par un conglomérat de base nettement fluvatile¹. Puis un régime lacustre succéda à ce régime de transport: l'Anjou, la Touraine, le Poitou et le Berry furent occupés par un système de lacs au fond desquels s'accumulèrent des calcaires, attribués, suivant les auteurs, soit à l'Éocène, soit à l'Oligocène inférieur²; les lacs disparurent

1. *Carte géologique détaillée de la France* à 1 : 80 000, feuille n° 106 (*Angers*), et échantillons de grès que M^r le docteur Couffox a eu l'obligeance de me montrer au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

2. Feuilles n° 106 (*Angers*), 107 (*Tours*), 120 (*Loches*) et 121 (*Valencay*). M^r J. WELSEN tient pour l'âge éocène. Feuille n° 106 (*Angers*) et *Bull. Services Carte Géologique de la France*, VI, 1894, p. 28.)

ensuite de cette région bordière des massifs anciens, pour se concentrer, à l'Oligocène supérieur, en une grande nappe centrale, le lac de Beauce, qui s'étendit des frontières du Berry à la Picardie. Enfin, dernier épisode, au début du Miocène, le régime lacustre fit place de nouveau à un régime de transport fluvial, par suite de la surrection simultanée du Massif Central et de l'Ardenne¹. Sur les pentes du Massif Central, transformé en un vaste plan incliné vers le Nord-Ouest, s'établirent des cours d'eau torrentiels, qui allèrent étaler au loin les débris arrachés par eux au vieux massif cristallin. On peut suivre, au Nord, jusqu'à la Manche, les nappes de sables argileux, bariolés de rouge et de gris, qui ont comblé la cuvette de la Sologne; on retrouve la même formation sur toute la bordure Nord et Ouest du Massif Central, en Berry et en Poitou; il nous paraît vraisemblable d'attribuer à ce cycle d'érosion du Miocène inférieur l'aplanissement définitif de la région de la Loire moyenne, par suite du rabotage des saillies et du comblement des dépressions. La cuvette de la Sologne, qui est la région où le Calcaire de Beauce descend à son point le plus bas², a dû servir de centre d'attraction pour tous les cours d'eau de la France centrale et occidentale. Elle n'a pas seulement reçu les apports du Massif Central, mais encore ceux du Massif Armoricain. Il paraît difficile d'en douter, quand on suit, à travers la Touraine, sur la rive droite de la Loire, la série de témoins des Sables de l'Orléanais qui s'échelonnent jusqu'aux frontières de l'Anjou³. Nous-même avons trouvé un gisement de Sables de la Sologne caractéristiques⁴ derrière le vieux château de Langeais, à la cote 80 m., en un point où la Carte géologique (feuille n° 107, *Tours*) indique du Pliocène. Plus on s'approche du Massif Armoricain, plus les graviers grossiers abondent dans ces sables argileux, ce qui, suivant une remarque déjà faite par M^r de Grossouvre, vient fortifier l'hypothèse d'une origine armoricaine⁵. Les érosions ultérieures ont fait disparaître toute trace de ces sables dans l'Anjou; mais il n'en est pas de même au Sud-Ouest, dans la direction du Bocage Vendéen.

Sur la rive gauche de la Loire, en face du gisement de Langeais, la forêt de Chinon occupe un plateau de sables argileux, rouges et gris, dont l'altitude est comprise entre 100 et 120 m. La partie supé-

1. GUSTAVE DOLLFUS, *Des derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire* (Congrès géologique international, Comptes Rendus de la VIII^e session, en France, 1900, Paris, 1901, p. 350).

2. *Ibid.*, fig., p. 348.

3. Feuilles n° 108 (*Blois*), 107 (*Tours*) et 106 (*Angers*).

4. Les Sables de l'Orléanais sont les plus anciens de ces apports alluviaux; ceux de la Sologne, un peu plus récents, ont précédé de peu l'arrivée de la mer des Faluns.

5. Communication personnelle de M^r DE GROSSOUVRE, ingénieur en chef des Mines, à Bourges.

rière de ces sables, notamment dans les Landes du Ruchard, paraît avoir été remaniée par la mer des Faluns; elle offre, en tout cas, de grandes ressemblances avec le falun décalcifié. Mais la partie inférieure ne diffère pas des sables de la rive droite de la Loire. Les cailloux de quartz, très roulés, mêlés de silex arrachés à la craie, y abondent. Un îlot de la même formation est isolé à la cote 114 m., à l'Est de Loudun¹, sur la crête qui sépare la vallée de la Briande de la plaine de Richelieu; les sables ont glissé, au Nord, sur les pentes, jusqu'aux environs de 90 m. d'altitude. Cet îlot constitue la liaison avec la grande nappe de sables argileux jaunâtres, à cailloux de quartz roulés, qui s'étale en bordure de la Gâtine, au pied du Terrier du Fouiloux (272 m.).

En dehors de leurs caractères lithologiques, ces dépôts graveleux, échelonnés depuis la Loire jusqu'à la Gâtine, présentent un caractère topographique commun; ils sont tous dans une situation culminante et à des altitudes concordantes entre elles. Ce sont, évidemment, les lambeaux d'un manteau sableux originairement continu, dans lequel les érosions ultérieures ont pratiqué de larges trous. Il a recouvert uniformément un plan incliné dont il ne subsiste plus aujourd'hui que le plateau de la forêt de Chinon, les hauteurs de Loudun et la plate-forme de Thénézay, en Poitou.

En résumé, il faut se représenter la partie méridionale du Bassin de Paris, à l'époque du Miocène inférieur, comme une région déprimée vers son centre, en Sologne, et dont la bordure, relevée vers l'Est, le Sud et l'Ouest, était recouverte d'une auréole d'alluvions granitiques.

II

La transgression de la mer des Faluns vint tout changer. Au début du Miocène moyen, l'Est de la Bretagne, l'Anjou et la Touraine s'affaissèrent au-dessous du niveau de la mer, suivant un axe à peu près de même sens que les plis sud-armoricains. Les eaux de l'Océan, envahissant cette dépression, la transformèrent en un golfe marin, allongé vers l'Est jusqu'aux environs de Beaugency. Peu à peu, les alluvions déversées par les fleuves qui s'y jetaient, les sables recouverts par la mer et remaniés par les courants, les produits de l'érosion marine finirent par combler ce golfe, en constituant un sable coquillier appelé « falun ». Puis un mouvement d'ensemble du sol, qui s'effectua en sens inverse du précédent, releva le fond du golfe et en chassa la mer; le Centre de la France se soulevait, tandis que le Bassin de Paris se plissait². La pente générale du terrain s'établit vers l'Ouest.

1. Feuille n° 119 (Saumur).

2. G. DALLÈS, *Des derniers mouvements du sol...* (Congrès géologique international...), p. 356.

Les traits essentiels de la topographie actuelle étaient fixés définitivement.

Du grand placage de faluns qui a recouvert la région ligérienne, en aval d'Orléans, il ne subsiste plus que des lambeaux ; l'érosion n'a pas eu de peine à débayer ces sables coquilliers sans consistance. Mais ce qu'il y a de curieux, c'est qu'elle a respecté en nombre de points la topographie miocène, que l'on peut reconstituer presque tout entière, grâce aux gisements de faluns conservés depuis Angers jusqu'à Beaugency. On est alors frappé des rapports étroits qui unissent le relief actuel avec celui du Miocène. C'est là le grand intérêt que présente l'étude de la transgression falunienne.

Tout d'abord, on peut retrouver assez bien le tracé ancien du rivage méridional du golfe, depuis la Sologne jusqu'aux environs d'Angers. Il est jalonné par une série de dépôts littoraux, reconnaissables par leur faune, par leur stratification entre-croisée et par l'abondance des coquilles brisées et roulées. Ils paraissent s'être formés un peu au-dessous de la zone de balancement des marées, dans des fonds d'une dizaine de mètres ; on a parfois de véritables dépôts de plage, avec pholades et autres lithodomes. Ce faciès typique est particulièrement développé dans le gisement classique de Pontlevoy, au Sud de Blois ; comme on le suit sans modification jusqu'à l'entrée de l'Anjou, sa présence permet de déterminer, à une dizaine de mètres près, l'altitude moyenne du plan d'eau et, par suite, celle du rivage.

Dans la région de Pontlevoy, les faluns sont compris entre les cotés 100 et 110 m. Ils atteignent, par exception, 138 m. à Oisly, très probablement par suite d'un gauchissement local du sol. En adoptant la valeur 130 m. pour l'altitude moyenne du rivage, on reste dans les limites de la vraisemblance.

Après une lacune dans l'Est de la Touraine, les faluns reparaisent largement développés sur le plateau de Sainte-Maure, autour de Manthelan, de Bossée, de Sainte-Catherine-de-Fierbois, à des cotes variant entre 105 et 127 m. Ici encore on peut admettre que le rivage passait aux environs de la courbe 130 m. Il en est de même dans le Sud de la Touraine, où les faluns sont à 110 m. à Paulmy et à 116 m. à Ferrière-l'Arçon ; puis leur niveau se relève à Charnizay (134 m.), sur la lisière de la Brenne, où l'on peut placer le rivage vers 140 m. Ici comme à Oisly, il semble qu'il se soit produit un relèvement local postérieur au dépôt des faluns.

Une grande lacune sépare les gisements de Touraine de celui d'Amberre (110 m.), situé à 5 km. au Sud de Mirebeau, à l'entrée du Poitou. Ce gîte isolé, le plus méridional de tous, est un vrai dépôt de plage, assignant au rivage une altitude de 120 m. au plus.

Il faut ensuite se transporter sur les frontières de l'Anjou, au Sud-Ouest de Saumur, pour rejoindre l'importante nappe de faluns de

Doué-la-Fontaine, qui occupe une grande partie de la vallée du Layon. L'altitude diminue : elle varie entre 60 et 80 m. à Doué et dans ses environs immédiats, entre 76 et 85 à Gonnord, au Sud de Thouaré, sur la lisière du Bocage Vendéen. Mais aussi le faciès a changé : les dépôts de plage sont remplacés par des dépôts d'eau plus profonde, où abondent les Bryozaires, les Pectens et autres Mollusques vivant dans les fonds de 25 à 50 m. Il est donc nécessaire d'ajouter une quarantaine de mètres à l'altitude des gisements les plus élevés pour avoir celle du rivage, ce qui conduit à faire passer celui-ci par la cote 120 m. Plus à l'Ouest, à Chalonnnes, les faluns se tiennent entre 40 et 50 m., en gîtes fort peu étendus ; on peut, en ce point, donner au rivage l'altitude de 110 m. Les faluns du Miocène moyen se font de plus en plus rares au delà. On en retrouve un lambeau à l'Est de Nantes, à la ferme des Cléons, sur la commune de Haute-Goulaine, par 20 m. d'altitude seulement¹. Il ne figure pas sur notre carte (pl. xvi), qui s'arrête à Ancenis.

Si l'on reporte toutes ces indications sur une carte topographique, on arrive à tracer une ligne de rivage continue depuis la Sologne jusqu'à l'Anjou. La limite orientale extrême reste indéterminée, parce que, en Sologne, les érosions ultérieures ont abaissé le niveau du sol au-dessous de la cote 130 m. et ont pu faire disparaître des gîtes de faluns. Mais, au voisinage de la vallée du Cher, le niveau des plaines, relevé par l'anticlinal de la forêt d'Amboise, contre lequel s'adosent au Nord les faluns de Pontlevoy, dépasse sensiblement 130 m. d'altitude. Il atteint la cote 188 m. au Signal de la Ronde de Céré, au Sud du Cher, entre Chenonceaux et Montrichard. Aussi voit-on le rivage dessiner une baie au Sud, vers Montrichard, remonter vers le Nord, en contournant la colline de la Ronde de Céré, pour prendre ensuite la direction du Sud-Ouest, en longeant la plaine de Loches, haute de 145 m. en moyenne. L'anticlinal de Saint-Flovier (150 m.) se projette en cap, au Nord d'une profonde baie qui se termine à Charnazay. Le rivage court ensuite d'Est en Ouest jusqu'à l'anticlinal de Châtellerault, en bordant la plaine poitevine, située sensiblement au même niveau que lui (145 m. en moyenne). Puis il contourne, par le Nord et l'Ouest, l'anticlinal de Châtellerault, qui atteint 171 m. aux Hauts Clairvaux, à 8 km. W de Châtellerault, dessine, au pied de la colline de Mirebeau (161 m.), la baie d'Amberre, pour s'infléchir définitivement au Nord-Ouest, en longeant le pied de la Gâtine. Vers Gonnord, on perd sa trace, en raison de la platitude de la pénéplaine des Mauges. La butte cotée 175 m. au Sud-Ouest de Chalonnnes devait

1. G.-F. DOLLFUS, *Faune malacologique du Miocène supérieur (Redonien) de Montaigu (Vendée)* (Association Française pour l'Avancement des Sciences, *Compte rendu de la 36^e session, Reims, 1907. Notes et Mémoires*, Paris, 1908, p. 342-345).

former une île, à moins que la mer ne l'ait contournée par le Nord; mais elle n'a certainement pas été submergée.

Le rivage Nord de la mer des Faluns est beaucoup plus imprécis que celui du Sud. On peut le faire concorder avec la courbe de 130 m., étant donné que les faluns se tiennent à 121 m. à la Chapelle-Saint-Martin (au Nord de Beaugency), à 106 m. à Villebarou (au Nord de Blois), à 120 m. à Semblançay (au Nord de Tours), entre 80 et 90 m. dans le bassin de Savigné, où ils présentent le faciès profond à Bryozoaires. Ce rivage est dominé en Touraine par les hauteurs de Saint-Nicolas-des-Motets (157 m.) et par celles de la forêt de Beaumont-la-Ronce (167-179 m.). Puis tout relief se perd, et le rivage devient hypothétique au delà de Château-la-Vallière.

Ainsi délimitée au Nord et au Sud, la mer des Faluns formait en Touraine un golfe allongé, se terminant par une large baie dans le Blaisois, et projetant au Sud deux autres baies, l'une vers Charnizay, l'autre vers Amberre, qui ont des allures d'estuaires fluviaux.

Ce n'est pas tout. Non seulement on peut retrouver les limites de ce golfe, mais encore on peut se faire une idée assez précise de sa bathymétrie, grâce aux conditions toutes spéciales dans lesquelles se sont déposés les faluns. Ceux-ci ont, en effet, envahi une surface continentale travaillée antérieurement par l'érosion fluviale; ils ont comblé les dépressions, où ils se sont conservés plus ou moins intégralement, tandis qu'ils ont été presque partout balayés sur les surfaces en saillie. L'horizontalité des couches n'a pas été dérangée par le soulèvement épeirogénique qui les a portées à leur altitude actuelle, de telle sorte que leur répartition topographique est aujourd'hui la même qu'à l'époque de leur dépôt. Dès lors, on peut considérer leur surface comme représentant assez bien le fond du golfe miocène, à quelques mètres près¹. C'est ce que figure notre carte.

Faisant abstraction du travail ultérieur de l'érosion, nous avons réuni par des courbes tous les points de même altitude où se trouvent des faluns; nous avons ensuite comblé les intervalles qui séparent les gisements en nous basant d'une part sur l'altitude des gisements les plus proches, d'autre part sur l'âge des terrains dans les intervalles considérés. Toutes les fois que nous avons rencontré des nappes de calcaires lacustres tertiaires ou bien des sables du Miocène inférieur, nous avons admis que leur surface supérieure correspondait approximativement au fond de la mer des Faluns. Dans tous les autres cas, nous avons fait passer les courbes par les points actuellement les plus élevés. Là où l'érosion a enlevé de trop grandes masses de terrain, nous avons figuré les courbes en pointillé. Il reste forcément une

1. L'épaisseur des couches dépasse rarement 5 à 6 m. Elle atteint, par exception, 2 m à Doué-la-Fontaine.

part d'hypothèse et d'incertitude très grande dans cet essai de reconstitution, mais un certain nombre de faits précis paraissent acquis.

Le fond oriental du golfe, à l'Est d'une ligne tirée de Langeais à Mirebeau, présente une topographie très plate; les différences de niveau sont insignifiantes. Tous les points sont situés au-dessus de 100 m. A l'Ouest de cette ligne, la topographie devient plus variée. Un large couloir, de 80 à 85 m. d'altitude moyenne, se dessine entre le rivage Nord et l'anticlinal de Bourgueil-Forêt de Chinon (126-121 m.). Il débute, auprès de Langeais, par un gisement de faluns que nous avons découvert, par 70 m. d'altitude, à la ferme de la Guérinerie (4 km. NW de Langeais), et il se continue par ceux de Rillé, de Savigné, de Noyant-Méon. Il y a là l'indication d'une vallée miocène, antérieure aux faluns, et creusée à une quarantaine de mètres au-dessous du niveau des plateaux voisins. On perd sa trace au Nord-Ouest, par suite des vastes déblaiements opérés par le Loir.

Une seconde vallée, de structure monoclinale, apparaît nettement en bordure du rivage Sud-Ouest, depuis Amberre jusqu'à Chalonnes. Elle est jalonnée par les faluns d'Amberre (110 m.), que domine l'ancienne falaise de Mirebeau (161 m.); par ceux de Doué-la-Fontaine (60-80 m.), au pied d'un coteau de plus de 100 m.; puis elle se dédouble en une vallée Nord, par Ambillou (50 m.) et Saint-Saturnin (50 m.), et en une vallée Sud, par la Fosse (70 m.), Tigné (70 m.), les Pierres-Blanches (40 m.) et Chalonnes (50-40 m.). Sur tout ce trajet elle accompagne le vieux synclinal houiller de Doué-la-Fontaine — Chalonnes — Ancenis, qui, rajeuni par l'érosion, reste ainsi un des traits fondamentaux de la topographie angevine. Par un singulier privilège, ces formes topographiques datant de l'époque miocène se sont conservées presque intégralement jusqu'à nous. Quand la nappe sableuse des faluns, qui a recouvert toute la région, eut été déblayée par les érosions pliocènes et quaternaires, le relief qu'elle masquait a reparu au jour. La persistance de la falaise crétacée de Mirebeau, qui domine de 50 m. le gîte de faluns d'Amberre, est un fait encore plus remarquable; depuis l'époque où la mer miocène battait son pied, elle n'a pas reculé de plus de 2 km., et son sommet ne s'est guère abaissé, car on trouve tout près, au-dessus de Scorbé-Clairvaux, des argiles sableuses et des grès d'âge éocène, qui couronnent l'anticlinal de Châtellerault entre 160 et 171 m. d'altitude. C'est là un cas de conservation exceptionnel.

Il est enfin un dernier point sur lequel nous voudrions attirer l'attention : c'est la liaison des faluns, dépôt marin, avec les nappes de sables à galets quartzeux, d'origine continentale, qui s'étendent en Poitou, sous le nom de « bornais », depuis le Bocage jusqu'au Massif Central : ceux-ci ressemblent absolument aux Sables de la Sologne, et, en 1903, M^r Dollfus avait rangé dans cet étage les bornais

de la Bussière, près de Tournon-Saint-Martin¹. Néanmoins, on les considère généralement comme pliocènes, et la 2^e édition (1905) de la Carte géologique de la France à 1 : 1 000 000 les indique même comme quaternaires. Or les bornais s'étendent jusqu'en Touraine, où ils s'appellent « bournais », et là on peut aisément constater qu'ils ne sont pas autre chose que du falun décalcifié. Dans toute l'étendue de l'ancien golfe des faluns, on voit le falun normal, fossilifère, passer graduellement au sable un peu argileux, veiné de gris et de rouge, où le nombre des coquilles diminue de bas en haut jusqu'à disparition complète : on a alors du bornais pur, processus d'altération que M^r Dollfus a mis en vive lumière pour les faluns de Sainte-Maure, de Ferrière-l'Arçon, de Paulmy, de Charnizay et qui se répète partout². Ce bornais de décalcification ne ravine jamais les faluns. Il y a toujours passage progressif de l'un à l'autre. Dans tout le Sud de la Touraine, où les Sables de la Sologne font défaut, nous ne l'avons jamais trouvé au-dessous des faluns, ni au-dessus, formant une couche distincte. Par contre, le passage latéral se constate aussi facilement que le passage vertical : bornais et faluns sont stratigraphiquement au même niveau : ce sont deux faciès d'une même série de couches. Or, par les gisements de faluns les plus méridionaux de la Touraine, par ceux de Ferrière-l'Arçon et de Charnizay, on entre en contact direct avec les bornais des plateaux poitevins, qui se prolongent vers le Sud par les rives de la Creuse, les forêts de la Guerche et de Moulière, et qui gagnent les grandes nappes des environs de Poitiers et de Montmorillon. En suivant pas à pas sur le terrain ces sables d'aspect caractéristique, on les voit remonter d'une part vers la Gâtine vendéenne, de l'autre vers le Massif Central, où ils ont laissé une série de témoins aux environs de Bellac et de Châteauponsac, entre 250 et 320 m. d'altitude, sur les plateaux limousins, qui sont en continuité avec la plaine poitvine³. Ces bornais poitevins sont le faciès continental des faluns ; ils représentent l'énorme apport d'alluvions qui est descendu du Massif Central au temps où la mer des Faluns occupait la Touraine, et qui a remblayé le Senil du Poitou par suite du relèvement du niveau de base causé par la transgression marine.

De ce qui précède, que faut-il conclure ? C'est que la transgression des faluns a interrompu, presque à ses débuts, un cycle d'érosion qui

1. *Bull. Services Carte géol. de France*, XIII, 1901-1902, n° 91, p. 12-13.

2. *Libret-Guide des Excursions en France du VIII^e Congrès géologique international*, Paris, 1900. *Touraine*. Excursion sous la conduite de GUSTAVE F. DOLLFUS, n° 11^b, p. 24-26) ; — G. F. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG, *Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire. Première partie : description des gisements fossilifères* (*Mém. Soc. Géol. de France, Paléontologie*, X, fasc. 2-3, 1902, p. 24, 25, 52).

3. Voir l'article de A. DEMANGEON, *Le relief du Limousin* (*Annales de Géographie*, XIX, 15 mars 1910, p. 126 et suiv.).

l'avait immédiatement précédée. Les vallées creusées au cours de ce cycle d'érosion ont été comblées par les faluns, qui ont masqué tout le relief préexistant sous leur épais manteau sableux. Les plaines basses du Seuil du Poitou ont été remblayées par des alluvions continentales. Quand la mer s'est retirée, un nouveau cycle a pris naissance; les rivières se sont frayé un passage vers l'Ouest, à travers les sables accumulés aussi bien sur les plaines riveraines que dans l'ancien golfe, et leur cours s'est trouvé indépendant du relief antérieur. C'est ainsi que la Loire est descendue suivant l'axe du golfe, par Blois, Tours et Saumur, en franchissant l'anticlinal de Bourgueil, au lieu d'emprunter l'ancienne vallée de Savigné. C'est seulement quand le travail de démantèlement des faluns a été suffisamment avancé que le vieux relief miocène a été remis au jour. Alors le sillon de Doué-Chalonnnes-Ancenis a exercé une attraction décisive sur les eaux; le Layon en a occupé la partie située en amont de Chalonnnes, la Loire s'y est établie entre les Ponts-de-Cé et Ancenis. Elle y coule dans une des plus vieilles vallées de l'Ouest de la France.

C. PASSERAT,
Docteur ès Lettres.

III. — NOTES ET CORRESPONDANCE

LES GISEMENTS ET LA PRODUCTION ACTUELLE DU PÉTROLE

L.-C. TASSART, *Exploitation du pétrole. Historique. Extraction. Procédés de sondage. Géographie et géologie. Recherche des gîtes. Exploitation des gisements. Chimie. Théorie de la formation du pétrole.* Paris, H. Dunod & E. Pinat, 1908. In-8, xv + 726 p., 310 fig., 17 pl. cartes. 35 fr.

Le pétrole alimente aujourd'hui une puissante industrie : l'extraction, pour 1906, a atteint les chiffres suivants :

	Tonnes.
États-Unis	16 000 000
Russie.	8 000 000
Sumatra, Java et Bornéo.	1 400 000
Roumanie.	890 000
Galicie	760 000
Inde (Birmanie)	560 000
Japon	175 000
Allemagne.	80 000
Divers.	100 000
Total	27 965 000

Aux États-Unis seuls, si l'on totalise la valeur du pétrole et celle du gaz naturel, dont les émanations l'accompagnent d'ordinaire, on arrive à l'énorme somme de 670 millions de fr. pour l'année 1905. On s'explique, après ces chiffres, l'importance de l'ouvrage que M^r L.-C. TASSART a entrepris de consacrer au pétrole. La première partie, qui, seule, a paru jusqu'à présent, peut déjà être considérée, suivant l'expression fort juste de son auteur, comme une encyclopédie aussi complète que possible de l'industrie du pétrole¹.

I

C'est en 1839, à Oil Creek, en Pennsylvanie, que l'on forait pour la première fois un puits dans l'intention formelle de trouver du pétrole. Mais cette substance, connue d'HÉRODOTE et de la Bible, était exploitée sur divers points du globe depuis fort longtemps. MARCO POLO en signalait déjà un

[1. On pourra consulter également sur le pétrole l'excellent volume qui constitue le tome II (le seul paru jusqu'ici) d'une publication entreprise par MM^{rs} C. ENGLER et H. HÖFER, *Das Erdöl, Seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie und sein Wirtschaftsbetrieb.* In fünf Bänden. II. Band. *Die Geologie, Gewinnung und der Transport des Erdöls...*, bearbeitet von HANS HÖFER, Leipzig, S. Hirzel, 1909. In-8. xx + 967 p., index, 307 fig. et 26 pl. cartes et dessins. 46 M. — Voir un compte rendu de la partie géologique de cet ouvrage, par J. WANNER, avec planisphère montrant la répartition géographique des gisements (pl. 1), dans la *Geologische Rundschau*, I, 1910, p. 24-29.]

important commerce à Bakou. Divers témoignages prouvent qu'on le recueillait en Galicie dès le xviii^e siècle, en Roumanie depuis le xviii^e, et que, dans ces deux pays, l'exploitation était déjà assez active, en vue de l'éclairage et d'usages médicaux. En Birmanie, l'Anglais Cox a décrit avec minutie l'exploitation de Yenangyaung, telle qu'elle fonctionnait en 1797; il l'évaluait déjà à 90 000 t. de 1 560 livres.

Les industriels modernes disposent non seulement d'une méthode géologique sûre pour la recherche et la détermination des gisements, mais d'un outillage très perfectionné pour le sondage et l'amènée du pétrole. A la vérité, en Roumanie, les puits à main, d'une profondeur moyenne de 150 m., mais qui peuvent atteindre jusqu'à 300 m., sont encore très nombreux. Mais les Américains ont créé un grand nombre de méthodes de perforation mécanique, dont le principe le plus ordinaire est le « sondage à la corde » et dont les divers types nous sont longuement décrits par M^r TASSART. Il est ainsi possible de pousser rapidement les puits jusqu'à de grandes profondeurs; celles de 900 à 1 000 m. sont courantes, et l'on en cite de 1 200 et même de 1 800 m. Après le tubage des trous de sonde, l'extraction du pétrole des trous oblige à l'emploi de pompes, de cuillers à sable, ou *bailers*, de dispositifs à air comprimé; il faut aussi se préoccuper d'isoler les couches aquifères qui peuvent noyer les puits, et parfois il est nécessaire de stimuler la venue trop lente du pétrole par le singulier procédé du « torpillage des puits ». M^r Tassart n'a pas encore traité le problème du transport et du raffinage des produits.

Les pétroles bruts sont des carbures d'hydrogène; toutes les familles de carbures, de la série forménique, acétylénique ou aromatique, y sont représentées en proportion très inégale; aussi n'y a-t-il rien de plus varié que les pétroles des diverses régions. Il en est de légers, mobiles, à peine teintés, sans viscosité, et même d'odeur plutôt agréable; d'autres sont épais, visqueux, noirs, opaques même en couche mince, et ont une odeur sulfurée repoussante. La densité est très différente suivant les gîtes: certains pétroles de Pennsylvanie et surtout de Californie ne dépassent pas 770 et même 740; d'autres sont plus denses que l'eau: ceux de Zante, 1020; de Sunset (Californie), 1060; de Minbu (Birmanie), 1002. Pourtant, il est à noter que le pouvoir calorifique varie entre des limites restreintes, entre 9 000 et 11 700. Les meilleurs pétroles, fournissant des huiles lampantes, sont de densité faible et n'atteignent pas 900.

Il y a un grand intérêt géographique à reconnaître les conditions ordinaires de gisement du pétrole. Une loi générale semble en lier la distribution aux grandes dislocations du globe. Les venues pétrolifères apparaissent le long des lignes de plissement, d'ordinaire sur le flanc le moins disloqué. C'est le cas dans les Appalaches et dans la Californie, où la poussée orogénique est venue de l'Est. Il en est de même pour les Karpates: la région pétrolifère est à l'extérieur de l'arc, alors que la poussée est venue de l'intérieur. Dans les Alpes, les traces de pétrole sont sur le flanc Nord (Tegernsee); dans le Caucase, bien que les faits soient moins nets, les principaux gîtes se trouvent au Nord de la principale ligne de fracture, le versant Sud étant évidemment le plus disloqué. Mêmes observations pour le Japon et les îles de la Sonde. M^r TASSART croit à l'influence de la sismicité sur la formation

des gîtes; il montre comment les zones séismiques de M^r DE MONTESSUS DE BALLORE coïncident avec les gisements principaux. Mais l'observation, il le remarque lui-même, n'est vraie que pour les gisements en terrain tertiaire; elle est fautive pour la zone ancienne des Appalaches, qui se trouve franchement en dehors des zones séismiques. Il observe que Bakou se trouve en un point où deux grands géosynclinaux se coupent à angle droit. Mais on peut lui objecter que la zone d'intersection des géosynclinaux en question est immense, et qu'on ne voit pas bien pourquoi le pétrole se serait surtout accumulé à Bakou, sur un espace infime de quelques kilomètres carrés.

Le pétrole est le plus souvent lié aux flancs et au sommet des anticlinaux; on le trouve le plus fréquemment dans des grès ou des sables, mais il n'est pas rare non plus dans les schistes et les calcaires poreux, surtout dolomitiques. Il offre une affinité indéniable avec le sel et le gypse, les nappes ou infiltrations de pétrole se trouvant à peu près toujours aux abords de bancs gypseux, dolomitiques, salins ou magnésiens. Quand les massifs de sel manquent, il y a au moins des eaux salines. Enfin, les rapports avec le volcanisme demeurent obscurs. Certaines régions puissamment volcanisées n'ont pas de pétrole ou en ont très peu. Java, avec son immense complexe volcanique, paraît bien moins riche en pétrole que Sumatra, où l'activité volcanique est assurément plus faible. L'asphalte et le bitume ne sont que des produits d'oxydation du pétrole.

II

Le pétrole est extrêmement répandu sur le globe; les régions où il affleure, sous forme de suintements, et où sa présence est trahie par des bancs bitumineux sont innombrables. On en trouvera le détail minutieux dans le livre de M^r TASSART¹. Les zones exploitables sont, naturellement, beaucoup plus restreintes, bien qu'il apparaisse, par l'expérience des dernières années, que les ressources disponibles sur la terre sont plus étendues qu'on ne pensait. Depuis dix ans, particulièrement, on assiste à l'entrée en scène de nombreux gisements nouveaux ou au rajeunissement de vieilles exploitations. Un coup d'œil sur les principales régions pétrolifères le montre avec évidence.

États-Unis. — La production du pétrole aux États-Unis appelle deux observations.

La première concerne les conditions géologiques des gisements. Une distinction fondamentale s'impose entre les champs pétrolifères du revers occidental des Appalaches, du pourtour du lac Érié, du Kansas-Oklahoma, d'une part, et ceux du Texas et de la Californie, de l'autre. Les premiers sont confinés dans les grès et sables des terrains paléozoïques, d'ordinaire à la base du Carbonifère, dans des horizons d'ailleurs extrêmement variés et

1. Il n'est pas indifférent, au point de vue de la géographie du pétrole, de prêter attention à ces affleurements, même non exploitables. Les gîtes de Galicie, par exemple, sont réunis à ceux de Roumanie par une trainée de suintements à travers la Bukovine. Tout le Nord du Caucase est jalonné d'affleurements, la plupart inexploitables, depuis les presqu'îles de Taman et de Kertch jusqu'à la presqu'île d'Archéron.

remonant jusqu'au Silurien. Certains terrains ont une importance pétrolière considérable : ainsi, le Berea Grit du Bassin appalachien, grès poreux très continu, bien que de faible épaisseur relative, de cassure rugueuse, et très absorbant aussi bien pour l'eau que pour le pétrole. Dans l'Ohio (champs de Findlay, Lima-Indiana, etc.), le réservoir du pétrole est le calcaire magnésien de Trenton, soulevé par le grand anticlinal de Cincinnati « en une immense vague dont la crête fournit du gaz, tandis que les pentes latérales produisent du pétrole ». Dans le Kansas-Oklahoma, c'est le calcaire mississippien, à la base du Carbonifère, qui supporte les horizons de grès pétrolifères à des profondeurs presque constantes de 300 m.; aucune indication superficielle n'y révèle le gaz ou le pétrole, pourtant très abondants; dans ce bassin, les plissements sont très peu accentués, et aucun anticlinal ou synclinal n'a pu être déterminé avec précision. — Avec les gîtes prodigieusement productifs du Texas et de la Louisiane, des deux côtés de la rivière Sabine, et avec ceux non moins riches du Coast Range californien, on a affaire à des gîtes très récents. Les champs de Beaumont, Batson, Sour Lake et Saratoga, Humble (Texas), Jennings (Louisiane) se trouvent dans des terrains allant de l'Éocène au Pliocène, inclinés vers la mer, abondants en dépôts salins, en dolomie et en gypse; de menues ondulations et des failles ont affecté ces terrains et ont favorisé les accumulations de sel, de pétrole et de gaz; les hydrocarbures y sont en rapport très frappants et à peu près constants avec la dolomie. En Californie, le pétrole se trouve dans les terrains, allant du Crétacé au Pliocène, du Coast Range méridional le champ de Coalinga, qui a donné 1 275 000 t. en 1906, fournit du pétrole léger, provenant de schistes bleus crétacés, du pétrole lourd et de l'asphalte, inclus dans des schistes poreux miocènes). Pourtant, le premier district pétrolifère de la Californie, celui de Kern River, se trouve à l'Est de la Vallée du San Joaquin, au pied, non pas du Coast Range, mais de la Sierra Nevada; les couches productives, allant de l'Éocène au Pliocène, affectent la forme d'une soucoupe renversée et présentent une continuité et une épaisseur exceptionnelles (100 m. de sables pétrolifères), ce qui explique les énormes rendements du champ; Kern River a fourni près de 2 millions et demi de t. en 1903.

La seconde remarque est suggérée par la marche de la production américaine ¹. On vient de voir que la production du pétrole aux États-Unis est aujourd'hui très dispersée. C'est là une situation relativement nouvelle : jusqu'en 1885, les gisements de la rivière Alleghany, à la limite de la Pennsylvanie et de l'État de New York, avaient à peu près défrayé toute la production, qui n'avait jamais atteint 4 millions de t.; les indices d'épuisement qui apparurent vers 1882 obligèrent, sans doute, à chercher de nouveaux champs. En 1885, la production de l'Union était tombée à 2 860 000 t.; dès 1886, un relèvement se remarque, mais ce ne sont plus les gisements de la Pennsylvanie qui en sont la cause; ils baissent lentement jusqu'au chiffre actuel : environ 1 million et demi de t. en 1903. Peu à peu, l'exploita-

1. Les statistiques américaines sont établies en barrels, ou barils de 42 gallons. Le gallon américain valant 3,79, un barrel égale 159 l. et pèse 131 kgr. (exactement 158,98 et 130^{1/2},9). Nous avons, d'après ces données, unifié les chiffres de M^r TASSART, qui sont fournis pour les diverses régions, tantôt en barrels, tantôt en tonnes. Les chiffres japonais sont en kokous de 183 l.

tion du bassin appalachien gagne vers le Sud; les gîtes de la Virginie occidentale prennent leur essor, ils fournissent 2 millions de t. en 1900 et 4 million et demi en 1905; ceux du Sud-Ouest de l'Ohio se développent en même temps (650 000 t. en 1905), et l'on assiste aujourd'hui à la prospection et aux premiers rendements du Kentucky et du Tennessee. Mais le relèvement qui se produit de 1885 à 1900 n'est pas tant attribuable aux champs du plateau de Cumberland qu'à l'entrée en scène des gîtes de la série du Calcaire de Trenton, dans les plateaux primaires qui bordent au Sud-Ouest le lac Érié, à la limite de l'Ohio et de l'Indiana (Findlay, Lima, Marion, Wabash, Grant); ces champs donnent plus d'un million de t. dès 1888; en 1891, 2,2 millions; 3,3 millions en 1896 et 3 millions et demi en 1905.

Grâce à l'adjonction de ces nouvelles ressources, la production des États-Unis, entre 1890 et 1900, se maintint aux chiffres moyens de 50 à 60 millions de barils (6 550 000 à 7 860 000 t.). Mais l'année 1900 inaugure une période d'abondance inouïe; les chiffres montent avec une rapidité vertigineuse et doublent en cinq années: 57 millions de barils en 1899, 117 en 1903 (7 460 000 t. et 15 327 000 t.). C'est que les étonnants gîtes du Texas et de la Louisiane, ceux du Kansas-Oklahoma, enfin ceux de la Californie sont entrés en ligne successivement. Le formidable accroissement de la production du Texas date de 1901: le gisement de Beaumont fournit, en 1902, 3 280 000 t., mais s'épuise presque tout de suite; Sour Lake et Saratoga prennent la tête en 1904, avec 1 160 000 t.; puis c'est le tour de Batson en 1904, avec 1 430 000 t.; enfin, Humble produit en 1906 plus de 18 millions de barils, la plus forte production qui ait jamais été enregistrée pour un seul champ (2 370 000 t.). Mais tous ces champs ont une durée éphémère; les gîtes du Texas marquent une inquiétante irrégularité, et ils ont subi, de 1905 à 1906, une baisse soudaine de rendement: 5 780 000 t. pour les champs réunis de la Louisiane et du Texas en 1905 (des deux côtés de la Sabine River), 2 767 000 t. seulement en 1906. Par bonheur, c'est justement en 1905 que s'accélère le brusque essor du Kansas-Oklahoma (Chanute, Iola, Muskogee): 520 000 t. en 1904, 1 600 000 en 1905, 2 750 000 en 1906.

Enfin, la Californie, qui fournissait déjà du pétrole depuis 1876, mais en faible quantité, ne prend rang parmi les grands producteurs qu'en 1900: 562 000 t.; dès lors, ses progrès sont continus, surtout avec les champs exceptionnels de Kern River, de Coalinga, de Los Angeles et de Santa Maria. La production de 1905 approche de 5 millions de t.

Le maximum de rendement de l'Union entière a été atteint en 1905, avec 17 600 000 t.; la baisse de 1906, où la production fut ramenée à 16 100 000 t., s'explique par l'affaiblissement brusque des chiffres du Texas. Mais la Californie, le Territoire Indien et de nouveaux champs découverts dans l'Illinois ont bien assez de ressources pour soutenir longtemps la production, qui, dans nombre de provinces, est gênée par le manque de débouchés (ainsi sur la Kern River et dans le Kentucky).

1. « Il semble, dit M^r TASSART à propos de la rapide succession de ces gîtes du Texas, que l'on assiste à un merveilleux feu d'artifice, où les fusées les plus étonnantes illuminent tour à tour le ciel, mais sans qu'il soit assuré, quand l'une s'éteint, qu'une autre viendra lui succéder. » (P. 205.)

Canada. — Rien que le pétrole ait été reconnu en nombre de régions, l'exploitation du Canada reste faible, presque insignifiante, et se réduit aux gîtes du pourtour Nord de l'Erié, dans la presqu'île méridionale de l'Ontario (Petrolia, Bothwell, Oil Springs); la production n'a dépassé qu'exceptionnellement 100 000 t. Deux vastes bassins pétrolifères ont été depuis longtemps signalés, l'un le long du Mackenzie, du lac et de la rivière des Esclaves et l'autre sur le Fraser, depuis le Pacifique jusqu'à la province d'Alberta; mais on en est encore à la période des recherches; la presqu'île de Gaspé laisse encore affleurer, le long des anticlinaux du Silurien et du Dévonien, de multiples suintements de pétrole; des forages coûteux n'ont pourtant encore rien donné.

Dans l'Ancien Monde, les régions productrices peuvent se grouper géographiquement ainsi : les gisements d'âge tertiaire, plus ou moins en relation avec les anciennes mers sarmatiques, gîtes de Galicie, de Roumanie, du Caucase et du Ferghana; en second lieu, la région pétrolifère du grand arc plissé et jalonné de volcans de Birmanie, de Sumatra et de Java; enfin, les gisements de l'archipel japonais¹.

Galicie. — Il existe en Galicie, à Boryslaw-Tustanowice (localités qui fournissent 550 000 t. sur 800 000 en 1905), à Chodnica et à Krosno, des argiles et sables miocènes, où l'on trouve du sel, de l'ozokérite (cire minérale) et du pétrole. Les puits de Boryslaw, très profonds puisque les profondeurs de 1 000 à 1 100 m. y sont fréquentes, ont plus que doublé leur production en cinq ans, depuis 1901.

Roumanie. — Même remarque pour les chantiers de Roumanie : production 15 000 t. en 1880, 250 000 en 1900, 887 000 en 1906. Les pétroles roumains sont en rapports très constants et très remarquables avec d'énormes massifs de sel qui apparaissent à la fois dans l'Éocène et dans l'Oligocène; les principaux gîtes se concentrent vers le grand coude des Karpatés, à Câmpina, Bustenari et à Râmnicu Sarat. Un autre gîte secondaire se trouve dans l'Olténie, Câmpina fournit à elle seule les cinq sixièmes du pétrole roumain. Les réserves de pétrole y sont dans un anticlinal très faillé, au contact des massifs de sel avec les sables oligocènes.

Caucase. — Avec le Caucase, nous rencontrons les seuls champs pétrolifères qu'on puisse opposer à ceux des États-Unis : ceux de la presqu'île d'Apchéron. Ce prodigieux gisement, source de tant de fortunes, surtout

1. Il y a plus qu'un intérêt de curiosité à mentionner aussi les gisements, fort dispersés, de l'Europe Occidentale. Si la France ne présente guère que des traces de pétrole, au pied des Pyrénées Occidentales, en Languedoc, dans le Jura Méridional, en revanche, l'Italie (3 000 à 1 000 t.; Émilie, Sicile) et surtout l'Allemagne ont de véritables exploitations, petites sans doute, mais productives. Le gîte de Pecholbrunn, au Nord de l'Alsace, connu dès 1498, présente du bitume et du pétrole dans l'Oligocène. On y a exécuté, depuis 1880, 600 forages; la production atteignait 25 000 t. en 1903 et paraît se maintenir à ce chiffre. On tire parti du pétrole du Tegernsee, en Bavière, depuis 1436; les deux versants du Jura souabe sont pétrolifères. Mais c'est surtout dans la plaine allemande, entre le Slesvig et le Harz, que les manifestations de ce genre sont fréquentes. Plusieurs centres y ont été ou sont encore exploités avec succès. Au point de vue géologique, l'intérêt de ces gîtes provient de leur apparition dans le Trias ou dans le Jurassique, et non dans le Tertiaire. Les principaux puits productifs se trouvent sur la Wietze, affluent de l'Aller. Depuis 1895, le rendement est en progrès constant : il atteignait 27 000 t. en 1900, 10 000 t. en 1903, 76 000 t. en 1904, et 60 000 t. en 1905. D'autres centres sont exploités plus au Sud-Est : Elbeim, près de Peine, Hämigsen. Il y a deux niveaux productifs, dans des schistes et grès tendres jurassiques.

depuis la fondation des établissements Nobel en 1873, occupe une superficie insignifiante, puisque le plateau qui porte les centres les plus riches : Balakany, Sabounchy, Romany et Sabrat, n'est productif que sur un périmètre de 10 kmq ; même, en réalité, 700 ha. seulement sont exploités d'une manière intensive. Ce plateau est sillonné par des anticlinaux dirigés SE-NW et auxquels se trouve lié le pétrole. Il y a aussi du gaz combustible; mais il n'a jamais fait l'objet d'une exploitation rationnelle, comme aux États-Unis. Dans toute la presqu'île, des volcans de boue semblent jalonner le sommet des anticlinaux. Contrairement à ce que l'on constate en Roumanie et ailleurs, les dépôts de sel et de gypse sont très rares autour de Bakou; par contre, les eaux salées y sont fréquentes. Les couches pétrolifères, recouvertes par les dépôts sarmatiques, sont formées d'une succession de sables et d'argiles très irréguliers et difficiles à identifier, dont l'âge va de l'Éocène au Pliocène. A Bibi-eibat, riche gisement situé au bord de la mer, au Sud de Bakou, les manifestations pétrolifères se continuent au sein même de la Caspienne; on travaille aujourd'hui à dessécher une partie de ces horizons immergés. Le rendement total, qui n'était, en 1873, que de 86 500 t., s'élevait à 3 700 000 t. en 1890, à 6 190 000 t. en 1895, à 9 850 000 t. en 1900 et atteignait son maximum en 1901 avec 10 900 000 t. Les troubles de 1905 et les ruines qui s'ensuivirent ont temporairement abaissé les chiffres entre 7 millions et demi et 8 millions de t.

La production du Caucase n'est pas limitée, comme on a tendance à le croire, à la banlieue de Bakou; toute la chaîne est comme enveloppée d'une trainée de gîtes pétrolifères; des traces nombreuses ont été relevées et ont suscité des forages en Transcaucasie, près de Batoum, non loin de Koutaïs et de Tiflis, à Aliat, au Sud de Bakou. Mais il y a plus à attendre du versant Nord. On espère beaucoup du gisement de Berekei, au Nord de Derbent; Grozny, sur le Terek, est une exploitation en pleine prospérité : on y comptait 32 concessions en 1904 et le rendement a atteint en 1905 670 000 t. Enfin, à l'autre bout du Caucase, dans la presqu'île de Kertch, les recherches se multiplient; mais le pétrole ne semble pouvoir y être exploité qu'à des niveaux profonds et ne fournir que des huiles lourdes. Il en est de même des niveaux pétrolifères d'Il'skaia, sur le Kouban', qu'on essaye d'exploiter depuis 1873.

Au delà de la Caspienne, la trainée pétrolifère se poursuit dans l'île de Tchekent (volcans de boue, bancs d'asphalte, production de pétrole lourd et épais exploité depuis longtemps à l'aide de puits creusés à la main), à Nephthianaïa, au Sud de Bala-ikem, à Merv, à Douchak. On met en exploitation aujourd'hui des gîtes riches dans le Ferghana, à Tchimion, dans le district de Marghilan.

Birmanie et Malaisie. — Le groupe géographique formé par la Birmanie et les îles Sumatra et Java, auquel se joint depuis dix ans Bornéo, appartenant à une autre zone tectonique, ne saurait se comparer, pour l'importance de sa production, à celui du Caucase et aux grands gîtes de l'Amérique du Nord; il n'est pourtant pas négligeable, puisqu'il fournissait, en 1906, 2 millions de t., chiffre évidemment dépassé aujourd'hui, car l'essor de ces gisements est très rapide : Yenangyaung, en Birmanie, qui ne donnait en 1900 que 89 000 t., s'est élevé à 450 000 en 1904; de même, les

trois îles de Sumatra, Java et Bornéo ont passé de 426 000 t. en 1900 à 1 400 000 en 1906. En Birmanie, le pétrole est dans les grès miocènes, tout le long des pentes orientales de l'Arakan-yoma, sur 650 km. de long; les exsudations reconnues sont liées à deux bandes anticlinales parallèles : celle de Yenangyaung et celle de Minbu. A Sumatra, le pétrole s'exploite dans la pointe Nord dans la résidence d'Atjeh (Perlak, Langsar, Langkat) et surtout au Sud-Est, près de Palembang; l'ensemble fournissait près de 700 000 t. en 1904. Bornéo commence à se faire une place avec le pétrole de Koutei et de Samarinda; quant à Java, malgré l'étendue des recherches et l'importance des phénomènes volcaniques, elle atteint tout juste 100 000 t.

Japon. — Au Japon, les traces de pétrole apparaissent tout le long de l'archipel, depuis Formose jusqu'à Hokkaido, sur une longueur de plus de 2 000 km. Presque toute la production, 98 p. 100, vient de la province d'Echigo, sur le bord de la mer du Japon. Le pétrole affleure, en effet, nettement sur le littoral intérieur, dans la concavité de l'arc japonais; on le rencontre dans des grès bruns tendres du Tertiaire supérieur, à peu près toujours le long des axes des anticlinaux ou sur leurs flancs. La production a atteint 175 000 t. en 1905.

On restera frappé, devant le tableau des régions pétrolifères du globe, de l'absence complète des pays de l'hémisphère austral. On signale, cependant, le pétrole au Brésil, au Pérou, au Chili, en Nouvelle-Zélande, sur divers points de l'Australie et de l'Afrique. Il ne semble pourtant guère douteux que l'infériorité constatée pour les gisements houillers ne se retrouve également ici.

MAURICE ZIMMERMANN.

LES PLAINES DU POITOU,

par CHARLES PASSERAT

CHARLES PASSERAT, *Les plaines du Poitou*. Thèse pour le Doctorat ès Lettres présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris. Paris, Ch. Delagrave, s. d. In-8, [vi] + 239 p., 65 fig. phot. cartes et diagr. — Paru également dans la *Revue de Géographie annuelle*, [N. Sér.], III, 1909, p. 155-380 [la bibliographie manque], 65 fig.

M^r PASSERAT n'est pas un inconnu aux *Annales de Géographie*, où il a donné d'intéressantes études de climat¹. Il vient de publier, sous forme de thèse de doctorat, un ouvrage qui a obtenu les suffrages les plus honorables de la Faculté des Lettres de Paris. Ce n'est pas sur l'ensemble du Poitou qu'il a fait porter son enquête, mais, comme l'indique le titre, sur les « plaines », c'est-à-dire sur ce qui n'appartient pas au « bocage ». Cette distinction se justifie parfaitement au point de vue géographique; seulement, il a été amené ainsi à comprendre dans son examen certaines parties connexes, qui ne pouvaient guère en être détachées, telles que le « Pays

1. C. PASSERAT, *Essai d'une carte de la répartition des jours de gelée en France* (*Annales de Géographie*, XI, 1902, p. 111-116, carte, pl. IV); — *La température des pôles* (*ibid.*, XIII, 1904, p. 289-295, 3 fig.); — *Les pluies de mousson en Asie* (*ibid.*, XV, 1906, p. 193-212, 2 fig.).

d'Aunis ». Le champ d'étude embrasse donc, outre la région que l'on désigne généralement sous le nom de Seuil du Poitou, toute la partie maritime qui s'étend de l'île de Ré à la limite méridionale du Bocage Vendéen.

Cette région a passé par une évolution assez compliquée, que les travaux de notre collaborateur, M^r JULES WELSCH, ont particulièrement contribué à mettre en lumière¹. Après avoir été profondément affectée par les plissements et les dislocations qui ont marqué la fin de l'époque primaire, elle a été envahie à plusieurs reprises par diverses transgressions marines. Définitivement émergée, elle a été réduite à l'état de pénéplaine; mais, vers la fin des temps tertiaires, elle a subi de nouveaux mouvements de l'écorce terrestre, échos affaiblis des accidents antérieurs, ayant plutôt le caractère de déformations d'ensemble. Elle porte ainsi la trace de plusieurs cycles d'érosion, de très inégale durée il est vrai. Que M^r PASSERAT ait largement profité des recherches et des conseils de M^r WELSCH, c'est ce qu'attestent les nombreuses citations où figure le nom de ce maître. Mais il a fait aussi œuvre personnelle. Il y a eu, au cours de cette évolution, un épisode fort important par l'influence qu'il a exercée sur le creusement des vallées et sur les dépôts superficiels : c'est l'existence, dans le voisinage immédiat du Poitou, dans la région de la Loire moyenne jusqu'aux environs de Blois, de la mer dite des Faluns. M^r PASSERAT s'est attaché à en étudier les effets sur la région qui l'occupait, et nous ne saurions mieux faire que de renvoyer le lecteur à l'article inséré dans cette livraison², où l'on trouvera sur cette question le résumé de ses recherches, avec une carte (pl. xvi) qui reproduit à plus grande échelle et pour un territoire plus étendu celle qui figure dans son volume (fig. 4).

C'est dans ces analyses de géographie physique qu'excelle la méthode minutieuse et pénétrante qui fait le grand mérite du livre. Elle ne s'exprime pas moins avantageusement dans le chapitre III, consacré à l'étude de *La côte*. On sait combien ce littoral soulève de problèmes et à quelles hypothèses, parfois bizarres, il a donné lieu. Il fallait envisager dans son ensemble ce complexe de golfes, pertuis, îles et marais, et reprendre *ab ovo* toutes les phases de leur évolution. M^r PASSERAT nous montre comment cette région, après avoir été amenée, par des affaissements accompagnés de dislocations, au-dessous du niveau des terres voisines, a été rabotée par un assez long cycle d'érosion pour prendre la forme d'une plaine faiblement inclinée vers l'Océan. C'est sur cette surface que se sont produites des alternances de transgression et de régression marines, ces dernières donnant lieu à un intense creusement de vallées, puisqu'elles abaissaient d'autant le niveau de base des rivières. Ainsi furent burinés les moules dans lesquels, au retour d'une nouvelle offensive marine, s'inscrivirent les pertuis qui s'introduisent entre le continent et les îles et se dessina le modelé actuel du littoral. Le mouvement d'invasion marine est aujourd'hui arrêté, mais il n'a pas, comme on le répète souvent, fait place à un mouvement contraire. L'envasement actuel s'explique suffisamment par l'afflux énorme des alluvions d'origine girondine, qui, comme l'avait montré BOUQUET DE LA

1. J. WELSCH, *Essai sur la géographie physique du Seuil du Poitou* (Annales de Géographie, II, 1892-1893, p. 53-64, 6 fig.); — *Le Haut Poitou* (ibid., XVI, 1907, p. 201-222, 3 fig.).

2. Voir ci-dessus, p. 350-358; carte, pl. xvi.

GRIVE, sont incessamment charriées vers le Nord par le courant qui longe les côtes occidentales d'Oléron. La démonstration de M^r PASSERAT semble complète et définitive, et elle contribue à éclairer par analogie l'histoire du littoral dans la région des embouchures de la Loire et de la Gironde.

Les mêmes qualités de méthode analytique se retrouvent en général, quoique peut-être avec des applications moins heureuses, dans les chapitres consacrés à l'*Évolution du réseau hydrographique* (chap. iv), à *La circulation de l'eau* (vi). Le chapitre sur *Le climat* (v), bien étudié aussi, aurait été rendu plus instructif si l'auteur avait cherché à faire l'application des phénomènes de climat aux occupations de la vie agricole. Il aurait, sans doute, trouvé dans les dictons ruraux, comme l'ont fait heureusement plusieurs de ses devanciers en études régionales, les éléments d'une sorte de calendrier rustique, montrant la répercussion du climat et des saisons sur la vie des habitants.

M^r PASSERAT n'avait pas négligé, dans cette première partie de son ouvrage, de noter au passage les influences exercées par le milieu physique sur la vie des habitants. Mais ces remarques fragmentaires ne pouvaient le dispenser d'entreprendre sur cette question une étude d'ensemble, permettant de grouper les faits. C'est ce qu'il a tenté, en effet, dans une seconde partie, intitulée : *Les cadres de l'activité humaine*, mais sans y réussir aussi bien que dans la première. Il y passe successivement en revue : *Les forêts* (vii), *La brande* (viii), *Les pays de plaine* (ix), *Le marais* (x). Tels sont bien les cadres généraux. J'aurais souhaité, néanmoins, qu'il fit sentir plus fortement certaines différences essentielles, comme, par exemple, il en existe entre les régions forestières des sols siliceux et celles des sols calcaires. Il reste bien quelques forêts sur les surfaces calcaires, mais il nous paraît douteux que la forêt se soit étendue primitivement sur toute la région. En tout cas, s'il y a eu défrichement, il remonte si loin dans le temps qu'on renonce à l'y suivre, les textes du Moyen Age n'en offrant guère de trace. Au contraire, sur les sols siliceux, la forêt ou la brande, qui n'en est qu'une dégénérescence, ont persisté jusqu'aujourd'hui. Ainsi, tandis que dans les espaces découverts les populations étaient de toutes parts en contact avec le monde extérieur, l'isolement prévalait entre ces parties fourrées et presque stériles. M^r PASSERAT note, à la fin de sa thèse « une sorte de contradiction entre l'existence d'un courant de circulation aussi intense que celui qui a traversé à toutes les époques la région de Poitiers, et l'état d'isolement où le pays a longtemps vécu » (p. 223). C'est qu'il faut distinguer, et s'il avait consacré à la viabilité une étude comparative d'ensemble, il aurait vu la raison de ces anomalies, qui se sont gravées dans les habitudes et ont profondément différencié les hommes.

Nous n'insisterons pas sur les deux derniers chapitres (*Les modes d'exploitation rurale : La vie locale*) : bien que renfermant des observations utiles, ils paraissent trop incomplets. — Nous croyons, toutefois, nécessaire de signaler, en finissant, les indications fort intéressantes que nous fournit l'auteur sur une double transformation qui s'est récemment produite dans l'économie rurale. L'une est la mise en valeur des brandes : elle est due surtout aux efforts de la grande propriété et à l'emploi des engrais chimiques. L'autre est la multiplication des sociétés coopératives de laiterie, dont la

première fut fondée en 1878 près de Surgères, et qui se sont développées à tel point, surtout en Charente-Inférieure et dans les Deux-Sèvres, qu'on en comptait, en 1908, jusqu'à 110, avec 70 000 adhérents. Il y a là un bel exemple d'initiative due à la petite propriété; car c'est pour remplacer leurs vignes détruites par le phylloxéra que ces vigneronns se sont transformés en éleveurs.

Voilà bien des faits instructifs, et non dépourvus de portée patriotique, que nous font connaître ces monographies régionales. Espérons que l'Ouest et le Midi ne donneront pas lieu à de moindres recherches que celles que nous possédons déjà sur le Nord. Dans ces régions, qu'un commencement de réveil économique semble atteindre à leur tour, la géographie humaine trouve aussi de belles récoltes à faire. Mais il lui faudra toujours une base solide de géographie physique; c'est le service que rendra désormais, pour une partie du Poitou et pour l'Aunis, le livre que nous venons de résumer.

P. VIDAL DE LA BLACHE.

LE DICTIONNAIRE GÉOGRAPHIQUE DE LA SUISSE

Dictionnaire géographique de la Suisse, publié sous les auspices de la SOCIÉTÉ NEUCHÂTELOISE DE GÉOGRAPHIE et sous la direction de CHARLES KNAPP, MAURICE BOREL et V. ATTINGER, avec des collaborateurs de tous les cantons. Neuchâtel, Attinger frères, 1902-1910, 6 vol. in-8. — *Tome I. Aa-Engadine*, xii + 704 p., 823 fig., 28 pl. cartes. Relié, 42 fr. — *Tome II. Engadine-Langenberg*, viii + 768 p., 922 fig., 26 pl. cartes. 45 fr. — *Tome III. Langenberg-Pyramides*, viii + 771 p., 894 fig., 20 pl. cartes. 39 fr. 75. — *Tome IV. Quader-Sovrana*, viii + 768 p., 884 fig., 18 pl. cartes. 39 fr. 75. — *Tome V. Soyhières-Tofa (La)*, vii + 768 p., 641 fig., 35 pl. cartes, coupes et tableaux. 39 fr. 75. — *Tome VI. Toffen-Zybachsplatte. Supplément. Dernières Notes. Appendices* (Nomenclature des cantons, des districts et des communes suisses (population en 1900), des stations de chemins de fer, de tramways et bateaux à vapeur au 31 décembre 1909, des offices de postes au 1^{er} juillet 1909, des bureaux télégraphiques et stations téléphoniques communales au 6 décembre 1909), *Postface*, vii + 1136 p., 1017 fig., 23 pl. cartes. 59 fr. 25.

La Suisse ne possédait pas de Dictionnaire plus récent que le *Dictionnaire géographique et statistique de la Suisse* de MARC LUTZ (1^{re} édition, Aarau, 1822; dernière édition, 1861), contemporain de l'*Historisch-statistisches Gemälde der Schweiz*, publiés par Huber & C^{ie}, à Berne et à Saint-Gall, qui ne s'occupent guère que de ces deux cantons. De 1870 à 1875, MAX WIRTH publie une *Allgemeine Beschreibung und Statistik der Schweiz*, purement statistique, ainsi que la *Schweizerkunde* de H. A. BERLEPSCH (1864-1875) et quelques *Ortslexikon* dont celui de H. WEBER (Saint-Gall, 2^e édition, 1887). Ajoutons à cette liste quelques dictionnaires cantonaux, entre autres le *Dictionnaire géographique, statistique et historique du canton de Fribourg*, par F. KUENLIN (Fribourg, 1832, 2 vol.), et c'est tout. Non seulement ces ouvrages ne sont plus au courant, mais même la nomenclature est en défaut, puisque l'un des premiers bienfaits de l'alpinisme a été l'établissement de cartes à

grande échelle, avec la cote des sommets et des cols, et leur dénomination systématique. Enfin, le réseau des voies de communication s'est enrichi plus que dans tout autre pays de l'Europe, en proportion.

Il était réservé à la Société Neuchâteloise de Géographie et à son actif secrétaire, CHARLES KNAPP, après avoir songé un instant à une simple révision du *Dictionnaire* de M. LUTZ, de prendre l'initiative d'une publication nouvelle en deux langues. Cette société, qui a déjà tant fait pour la diffusion de la géographie en Suisse, par son *Bulletin*, lequel a eu ÉLISÉE RECLUS comme collaborateur, par sa Bibliothèque, par l'appui qu'elle a prêté au Musée Ethnographique de la ville, a voulu faire de ce *Dictionnaire* le tableau complet de la Suisse au commencement du xix^e siècle, digne des publications similaires de l'étranger, et les dépassant même par le luxe de l'édition, l'abondance des cartes en couleurs et en noir, le caractère géographique des articles et des illustrations, l'étendue de la publication, dont les six volumes égalent la matière des sept volumes de notre JOANNE pour un pays beaucoup plus petit.

La publication a été commencée en 1902; elle est aujourd'hui terminée. Elle s'est faite sous la direction de CHARLES KNAPP, le directeur du *Bulletin de la Société Neuchâteloise de Géographie*, dont on connaît la propagande en faveur du français menacé par l'immigration de familles allemandes dans le Jura Bernois, MAURICE BOREL, le cartographe, et V. ATTINGER, l'éditeur. Il faut joindre à ces trois noms, à cause de sa collaboration continue, celui de M^r HANS SCHARDT, à qui sont dues la plupart des notices de géologie et de tectonique et une collection de profils originaux ou tirés des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*. Déjà Sir JOHN LUBBOCK avait illustré sa précieuse description de la Suisse: *The Scenery of Switzerland...* (3^e éd., Londres, 1898), d'une collection suivie de coupes géologiques tirées des 33 volumes de la première série des *Matériaux*.

Quoique parue à Neuchâtel et sous les auspices de la Société Neuchâteloise de Géographie, cette publication, romande par ses origines, a été, dès son début, un ouvrage national, adopté par la Confédération, qui l'a soutenu de ses subsides et en a facilité l'achat à ses fonctionnaires. Sa publication simultanée dans les deux langues en garantit la probité scientifique et l'impartialité, aussi bien dans les chiffres et les appréciations que dans la nomenclature. Les communes sont appelées au nom que leur donne la majorité de leurs habitants. Les légendes des profils géologiques et des cartes économiques sont en deux langues.

Le choix des collaborateurs atteste aussi le souci d'impartialité de l'œuvre et son information dans les spécialités les plus diverses, comme la philologie et l'anthropologie. Collaborateurs généraux, scientifiques et locaux. L'équipe n'en contient pas moins de 233¹.

1. Parmi ses collaborateurs, citons des géographes : ÉLISÉE RECLUS, WALSER, Éd. IMHOFF — des géologues : A. et H. ÄPPLI, ALB. et ARN. HEIM, M. LUGEON, L. ROLLIER, E. RENEVIER — des botanistes : PAUL et HENRI JACCARD, — des météorologistes : R. BILLWILLER JUN.; — des topographes : JACOT-GUILLARMOU; — des anthropologistes : E. PITTARD, A. SCHENK; — des naturalistes : E. YUNG, E. ZSCHOKKE; — des linguologistes : P. A. FOREL, EBERHARD V. ZEPPELIN; — des littérateurs : VIRGILE ROSSER; — des linguistes : C. GAUCHAT, H. JACCARD; — des historiens : MAX DE DIERSBACH, J. ZEMP; — des archéologues : A. NAEF; — des collaborateurs locaux : L. COURTHON, DE LA HARPE, M. MUSY, CH. TARNUZZER. — Un Bureau central de dépouillement a assuré la coordination des renseignements et la proportion des articles

La présence de ces collaborateurs garantit le caractère scientifique de l'ouvrage et justifie son titre de *Dictionnaire géographique*, alors que les publications antérieures ou similaires en Suisse ou en France ne sont guère autre chose que des Dictionnaires des communes, avec quelques articles de liaison. Il est conçu sur le plan d'une description méthodique de la Suisse au point de vue de sa géographie physique, de sa géologie, de ses lacs, de sa flore et de sa faune, de ses habitants, de ses localités, de son organisation politique et administrative, description analytique selon l'ordre alphabétique des noms de lieux, description suivie et synthétique dans de très nombreux articles d'ensemble.

D'abord, viennent les 22 cantons, dont les monographies, accompagnées chacune de trois cartes en couleurs, au moins (physique, économique, agricole), forment la base de la description du pays. Les cartes en couleurs sont toutes à la même échelle pour un même canton. Berne, par exemple, en a quatre à 1 : 530 000 : Carte générale du canton, physique et politique; — Régions agricoles et productions du sol; — Répartition du bétail; — Principales industries. Les cartes économiques sont, en même temps, statistiques, par la répétition, en regard de la localité, d'un signe conventionnel et approprié, répété autant de fois que la localité contient l'unité choisie. Après les cantons, la description physique s'ordonne par grandes régions naturelles (Alpes, Jura, Plateau); par grands massifs alpestres (Aa, Oberland, Cervin, Damma, Préalpes, Sarine et Simme, Trient, Trift), chacun avec sa carte en couleurs et son profil géologique en noir; par lacs (Léman, Boden ou Lac de Constance, Quatre-Cantons, Thoune, Brienz, Bienna), avec cartes en couleurs et profils; par vallées (Dranse, Bagnes, Anniviers); par régions naturelles (Toggenbourg, Seeland, Val de Travers); par districts, subdivisions du canton. Puis c'est une série d'articles sur les grandes routes (Gothard, Simplon, Bernina, Splügen); sur les passages et les tunnels alpestres avec notices techniques et diagrammes; sur les glaciers (Rhône, Aletsch, Gorner); sur les phénomènes actuels et les transformations du paysage (Rossberg, Sierre, Flims, Rossboden, Altels, Elm); sur les cours d'eau (Rhône, Rhin, Aar, Inn, Tessin, Reuss, Limmat, Adda, Arve); sur les grandes villes, avec une douzaine de plans en couleurs, représentant, époque par époque, le développement de leurs quartiers. Enfin, c'est l'article « Suisse », qui, à lui seul, ne remplit pas moins de trois livraisons, et dont le caractère de monographie est tellement accentué qu'on n'a eu qu'à le publier à part, avec quelques retouches, pour en faire un ouvrage suivi et complet. Chaque article est accompagné, en outre des cartes en noir et en couleurs, diagrammes, graphiques, etc., de très nombreuses photographies documentaires se rapportant au texte. Ainsi, l'illustration comme le texte réalisent la conception géographique qui est à l'origine de la publication; c'est pourquoi la Société de Géographie de Paris, sur le rapport de M^r CHARLES RABOT, a attribué une de ses récompenses au directeur effectif de l'entreprise, M^r CHARLES KNAPP (prix William Huber), ainsi qu'à MM^{rs} M. BOREL et V. ATTINGER.

De l'ouvrage primitif, l'Administration des Publications du *Dictionnaire géographique de la Suisse* a tiré la substance de publications plus réduites :

1° *La Suisse*, Neuchâtel, [1908], in-fol., ix + 709 p., 48 pl. col. (25 fr.), avec

Atlas annexe (8 fr.); œuvre de 33 collaborateurs. — Ce n'est pas une simple réimpression du *Dictionnaire*. Bien des chapitres ont été refondus, grâce à l'utilisation des matériaux que le *Dictionnaire* avait pu mettre à profit. Comme dans celui-ci, le plan de la partie politique et administrative est selon l'ordre des départements ministériels. L'impression sur papier conché donne plus de netteté aux photographies, que le papier du *Dictionnaire* ne mettait pas assez en valeur. Quant à l'*Atlas annexe*, composé de 48 cartes en couleurs, il comprend une planche double, entièrement nouvelle, et deux autres refaites d'après des documents récents.

2° *Dictionnaire Commercial et Administratif de la Suisse*, Neuchâtel, [1908], in-fol., 815 p. (27 fr. 50).

3° *Atlas Pittoresque de la Suisse*. Recueil de vues géographiques de tous les cantons..., Neuchâtel-Paris, Attinger frères, [1909], in-4, [iv] + 476 p., environ 3 300 vues de tous les cantons tirées du *Dictionnaire* (30 fr.).

C'est là le meilleur éloge à faire de ce travail: c'est qu'il a fourni la substance de plusieurs travaux récents sur la Suisse.

PAUL GIRARDIN.

V. — CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

NÉCROLOGIE

Bernard Brunhes. — La météorologie française vient de faire une grande perte en la personne de BERNARD BRUNHES, professeur de Physique à l'Université de Clermont-Ferrand, directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme, frappé subitement le 16 mai dernier, alors qu'il n'avait pas encore atteint 43 ans. Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les travaux et les ouvrages par lesquels B. BRUNHES avait conquis un rang distingué parmi les physiciens. Mais il avait, par deux fois, collaboré aux *Annales*¹, et le domaine de la météorologie est trop voisin de celui de la géographie pour que, ayant bien servi l'une, il n'ait aussi servi l'autre. Nous devons donc rappeler brièvement les titres qu'il avait acquis à la reconnaissance des météorologistes.

Appelé en 1900 à la direction de l'Observatoire du Puy de Dôme, il se dévoua, avec une activité inlassable, au développement matériel et scientifique de l'établissement qui lui était confié. Au prix de démarches réitérées, il obtint des pouvoirs publics les crédits nécessaires pour terminer les bâtiments, dont une moitié était encore à construire. En même temps, sans négliger les observations météorologiques réglementaires auxquelles on s'était borné jusqu'alors, il entreprit, seul ou en collaboration avec son assistant, M^r DAVID, une série de recherches scientifiques nouvelles : étude de la distribution du magnétisme terrestre et des perturbations curieuses qu'elle présente sur le Puy de Dôme ; mesure de l'aimantation rémanente des argiles cuites et des laves, d'où l'on peut déduire des indications sur l'état magnétique de la terre aux époques géologiques. Il installait, en outre, les observations séismologiques, celle des courants telluriques et l'exploration de la haute atmosphère au moyen des ballons-sondes et des cerfs-volants. Dans les derniers mois de sa vie, enfin, il avait abordé un problème nouveau et qui peut conduire à des résultats intéressants, en organisant dans un puits de mine abandonné la mesure des courants telluriques à diverses profondeurs.

En orientant ainsi l'Observatoire du Puy de Dôme dans la voie des recherches scientifiques, sans négliger pour cela les observations courantes, B. BRUNHES a bien mérité des météorologistes. La mort est venue l'enlever au moment où il allait recueillir le prix de ses efforts. C'est une perte cruelle, non seulement pour ses amis, mais pour tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la science française.

A. ANGOT.

1. BERNARD BRUNHES et JEAN BRUNHES, *Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau et la question de la déviation des rivières vers la droite* (*Annales de Géographie*, XIII, 1904, p. 1-20); — BERNARD BRUNHES, *Le contre-alizé* (*ibid.*, XVII, 1908, p. 1-16, 1 fig.).

Le commandant Lacroix. — Le 21 mars dernier, est mort, à Alger, le commandant N. LACROIX, qui a rendu de nombreux services à la géographie et à l'histoire de la Berbérie. Il avait fait presque toute sa carrière dans l'armée d'Afrique et au Service des Affaires indigènes. Appelé pendant quelque temps au Ministère des Colonies pour organiser le Service central d'informations sahariennes et musulmanes, il revint ensuite à Alger, en qualité de chef du Service des Affaires indigènes au Gouvernement général.

Ses travaux sur l'Algérie, le Maroc, le Sahara, dans lesquels il savait unir la connaissance de la réalité à celle des archives, ont un caractère durable. Notre récente pénétration au Maroc fait chaque jour apprécier davantage l'exactitude et l'utilité des *Documents pour servir à l'étude du Nord-Ouest africain* publiés par LACROIX en collaboration avec M^r DE LA MARTINIÈRE, sous le gouvernement de M^r JULES CAMBON, et dont M^r VIDAL DE LA BLACHE a rendu compte aux lecteurs des *Annales*¹. — Le commandant LACROIX a présenté ici même les conclusions d'un autre de ses ouvrages sur *L'évolution du nomadisme en Algérie*², et les *Bibliographies géographiques annuelles* ont eu plusieurs fois l'occasion de signaler ses publications³.

C'était un homme modeste, qui s'effaçait volontairement, mais dont tous les travailleurs algériens connaissaient la compétence et l'affabilité. LACROIX emporte les regrets de tous ceux qui l'ont approché, l'estime et l'affection de tous ceux qui l'ont connu.

AUGUSTIN BERNARD.

GÉNÉRALITÉS

L'inauguration du Musée Océanographique de Monaco. — Une série de fêtes très brillantes, auxquelles assistaient des représentants officiels de la France, de l'Allemagne, du Portugal, de l'Italie, de l'Espagne, et une brillante assemblée de savants de tous pays, ont signalé, du 29 mars au 1^{er} avril, l'inauguration du magnifique monument consacré à l'océanographie par le prince ALBERT DE MONACO, à la pointe Sud de la presqu'île de Monaco. Ce vaste édifice, admirablement situé sur le roc, en face de la Méditerranée où baignent presque ses fondations, n'est pas, dans la pensée de son créateur, un simple musée destiné à conserver les collections rassemblées en vingt-cinq années de croisières océanographiques. Au Musée a été annexée une collection de tous les instruments employés pour la recherche océanographique, une bibliothèque, des laboratoires et des aquariums d'étude. Un petit vapeur de 20 tonnes est attaché en permanence au Musée, à la fois pour les recherches dans les eaux locales et pour servir à l'instruction pratique des étudiants en océanographie. L'organisateur du Musée, qu'on a mis onze années à construire, en est aussi le directeur : c'est le D^r J. RICHARD, qui, depuis quinze ans, s'est montré le plus efficace collaborateur du prince et a assuré la préparation détaillée des campagnes maritimes annuelles. Le Musée Océanographique sera, d'abord, une station perma-

1. P. VIDAL DE LA BLACHE, *La zone frontière de l'Algérie et du Maroc, d'après de nouveaux documents (Annales de Géographie, VI, 1897, p. 357-363).*

2. AUGUSTIN BERNARD et N. LACROIX, *L'évolution du nomadisme en Algérie (Annales de Géographie, XV, 1906, p. 152-165).*

3. VOIT notamment : X^e *Bibliographie* 1900, n^o 678 ; XIII^e *Bibliographie* 1903, n^o 725 ; XVI^e *Bibliographie* 1906, n^{os} 776 et 823 II.

nente d'études locales. Déjà les environs de Monaco ont été sondés, et, depuis deux ans, on étudie chaque semaine les variations des divers éléments océanographiques dans leurs rapports avec le plankton. En outre, ce monument est, dans la pensée du prince, destiné à devenir un centre international permanent d'études océanographiques, une sorte de point de ralliement pour les océanographes du monde, un foyer où s'élaboreront les efforts collectifs dont l'océanographie a besoin pour progresser. Déjà, à propos de la récente inauguration, des séances scientifiques y ont été tenues, dont les résultats méritent mémoire. Des commissions d'étude y ont élaboré, sous la présidence du prince, pour l'exploration de l'Atlantique et de la Méditerranée, un programme de recherches analogue à celui qui s'exécute depuis quinze ans dans la mer du Nord. Le professeur VINCIGUERRA, de Rome, a annoncé que le Gouvernement italien achevait d'élaborer un projet de loi pour la reconnaissance méthodique de la Méditerranée occidentale et de l'Adriatique. Enfin, le prince a annoncé son intention de rééditer la grande Carte bathymétrique des Océans¹. Un perfectionnement capital de la Carte a été décidé : l'adjonction d'isohypses, qui retraceront le relief émergé, à côté du relief sous-marin.

Le Musée de Monaco ne représente que la moitié de l'œuvre conçue par ce Mécène des sciences qu'est le prince ALBERT. Actuellement achève de s'élever à Paris, rue Gay-Lussac et rue Saint-Jacques, un Institut Océanographique, qui fera partie de l'Université de Paris et que s'occupent d'organiser MM^{rs} A. BERGET, L. JOUBIN et P. PORTIER. Cet établissement jouera le rôle d'une École d'Océanographie, susceptible d'éveiller et de former des vocations parmi la jeunesse studieuse de l'Université de Paris².

ASIE

Expéditions en Mongolie Kozlov et de Lacoste. — La Mongolie a fait l'objet de deux importants voyages depuis trois ans. Au premier rang se place la grande mission organisée en 1907 par la Société Impériale Russe de Géographie, et dirigée par un vétérán de l'exploration de l'Asie centrale, le lieutenant-colonel KOZLOV³. Son but était de reconnaître les portions de la Mongolie encore inexplorées, d'effectuer des sondages dans le Koukounor et d'étudier le Houang-ho dans sa traversée sinueuse à travers les montagnes, avant la grande boucle des Ordos⁴.

1. Voir : EMM. DE MARGERIE, *La Carte bathymétrique des Océans et l'œuvre de la Commission internationale de Wiesbaden (Annales de Géographie, XIV, 1905, p. 385-398)*.

2. M. CAULLERY, *Le Musée océanographique de Monaco et l'Océanographie (Revue du Mois, V, 10 mai 1910, p. 597-607)*; — EMM. DE MARGERIE, *L'inauguration du Musée Océanographique de Monaco (La Géographie, XXI, 15 juin 1910, p. 421-426; phot. fig. 82)*; — DECIO VINCIGUERRA, *Le riunione scientifica in occasione dell' inaugurazione del Museo Oceanografico di Monaco (Boll. Soc. Geog. It., ser. IV, vol. XI, Maggio 1910, p. 630-634)*.

3. Pour les précédents voyages du lieutenant-colonel Kozlov, voir XVIII^e *Bibliographie 1908*, n° 632; XVII^e *Bibliographie 1907*, n° 641.

4. Cette expédition, qui a parcouru l'Asie centrale de janvier 1908 à août 1909, est la cinquième à laquelle ait participé le lieutenant-colonel Kozlov. Il était accompagné du géologue A. A. TCHERNOV, du capitaine P. IA. NAPALKOV, topographe, et du botaniste S. S. TCHETYRKIN. Les nouvelles envoyées en cours de route par MM^{rs} Kozlov, TCHERNOV et NAPALKOV ont été publiées, avec cartes-itinéraires et photographies, dans les *Izvestia* de la Société Impériale Russe de Géographie (XLIV, 1908, et XLV, 1909, *passim*). — Pour les explorations accomplies durant l'année 1908, voir : J. DENIKER (*La Géographie, XVIII, 1908, p. 55-57*;

En Mongolie, M^r Kozlov et ses compagnons ont exploré les monts Gourban-saïkhan, l'Argalinté, le Khalga, chaînes schisteuses très plissées, injectées de porphyres, et dominant les cuvettes aux bords tapissés des dépôts horizontaux du Han-haï, telles que la dépression de Goïtso et la cuvette de Taboun-aldan, entre le Naryn-khara et le Baïn-nourou. Sur le delta de l'Etsin-gol, par 42° lat. N et 97° long. E Gr., on découvrit un vaste carré de ruines appelé dans le pays Khara-khoto. On y fouilla plusieurs *stoupas*, des temples et des restes magnifiques d'une belle mosquée de style musulman pur, telles qu'on en rencontre à Samarcande ou en Perse. La ville paraît avoir été de type chinois, avec de hautes murailles d'argile orientées vers les points cardinaux; un bras de l'Etsin-gol la baignait, alors qu'aujourd'hui le bras le plus oriental de ce fleuve passe à une quinzaine de kilomètres plus à l'Est. La légende du pays veut que ce détournement ait été opéré artificiellement par une armée chinoise qui assiégeait le prince mongol de Khara-khoto. Et, de fait, des traces de la digue de détournement subsistent encore. Ces ruines fournirent un grand nombre d'objets à la Mission.

Cette première période de travaux avait abouti à un résultat géologique notable : la démonstration que la dépression du Pré-Tian-chan d'Ōnnoutchev se prolonge à une grande distance vers l'Est. M^r TCHERNOV propose d'appeler ce sillon « dépression du Gobi central », et l'ensemble des deux sillons « dépression centre-asiatique ». Elle est jalonnée, dans la région parcourue depuis le 90° degré E, par les lacs Gachioun-nor et Sogo-nor, par la longue gouttière de Goïtso, puis par le Golbyn-gobi. Ses altitudes sont faibles et ne dépassent nulle part 1 100 m. ; elle s'abaisse dans sa portion Ouest jusqu'à 600 m. Sa largeur varie de 25 à 50 km. Nulle part on n'a trouvé dans cette dépression de dépôts plus anciens que ceux du Han-haï, dont l'âge, du reste, n'est pas encore déterminé, comme on sait. Au Sud de cette dépression qui accompagne fidèlement le Tian-chan, l'aspect du pays change soudain; on rencontre une ancienne région montagneuse arasée, aux roches cristallines très disloquées, formant une alternance de bombements et de dépressions. Ce faisceau montagneux n'est nullement revêtu de sables mouvants, comme les cartes actuelles le feraient croire. Il semble le prolongement certain du Beï-chan, qui limite, au Sud, le Pré-Tian-chan.

La Mission Kozlov séjourna ensuite à Ting-yuan-ing, comme quartier général d'études de la chaîne désertique de l'Ala-chan et du Houang-ho. En juillet 1908, elle se dirigeait vers le Koukou-nor, à travers le Nan-chan oriental. Cette partie de la grande chaîne, que traversent le Tchagryn-gol (au monastère de Ping-fan), le Te-tong et le Si-ning-ho, ne ressemble pas au massif cristallin escarpé et découpé de l'Ouest; ce sont des hauteurs gréseuses mamelonnées, de la formation du Han-haï, couvertes de loess et de cultures, aux cols accessibles aux voitures. Vers Soung-chan, où l'insurrection des Dounganes avait tout détruit il y a trente ans, le terrain tout entier est repris par la culture.

A Si-ning, l'expédition fit un nouveau séjour pour préparer son voyage

XIX, 1909, p. 139-141; XXI, 15 janvier 1910, p. 27-33; — voir aussi : Captain P. K. KOZLOFF, *The Mongolia-Sze-chuan Expedition of the Imperial Russian Geographical Society (Geog. Journ., XXXIV, 1909, p. 381-408, 9 fig. carte et phot.)*. — On pourra suivre l'itinéraire sur la feuille d'Asie de *L'Annuaire cartographique, Douzième année*, Paris, Bachelot, 1903.

au Koukou-nor; entre temps, M^r Kozlov visita le célèbre couvent bouddhiste de Goum-boum, puis il passa à Dongkir et atteignit le grand lac le 27 août 1908. Le Koukou-nor serait en voie de dessèchement, son niveau baisse, et l'île de Kouï-sou gagne en étendue; jadis elle dominait à peine les eaux, d'après les vieillards; aujourd'hui, elle forme un talus bien net. Au moyen d'un canot pliant, les explorateurs reconnurent le lac par tous les temps et constatèrent qu'il n'est pas très profond. N'ayant qu'une brasse au rivage, il atteint 15 m. à une distance de 1 km., et à 5 ou 6 km. on trouve des fonds de 20 à 25 m. Le plus grand fond mesuré (37 m.) se trouve près de l'île Kouï-sou. Cette île fut visitée par MM^{es} TCHERNOV et TCHETYRKIN, au grand effroi des trois anachorètes tangoutes qui y vivent et qui crurent voir des esprits¹. L'île a 2 km. de long et environ 5 km. de tour. Pendant l'excursion au Koukou-nor, M^r NAPALKOV avait exploré les parties inconnues du Kan-sou, d'abord le long du fleuve Jaune, puis en regagnant Lan-tcheou par un itinéraire neuf.

Rentré à Si-ning, M^r Kozlov aborda la troisième partie de son programme en traversant les Nan-chan par le col de La-tchi-lin (environ 4 000 m.) et en retrouvant le Houang-ho à l'oasis de Houï-doui (Kouï-te), où l'expédition séjourna jusqu'à la fin de 1908. M^r Kozlov visita ensuite le monastère de Labran (Lavran), repassa à Goum-boum et à Si-ning. Le retour se fit par Ting-yuan-ing, Khara-khoto, Ourga et Kiakhta (août 1909).

Un autre voyage notable est celui qu'a réalisé M^r le commandant DE LACOSTE sur les affluents supérieurs de la Selenga et de l'Orkhon, entre Ourga, Ouliassoutaï et Kobdo. Cette partie du plateau mongol forme ce que l'on appelle la Mongolie extérieure, où habitent, d'après M^r Kozlov, des nomades plus conscients de leur nationalité, plus fiers de leur passé, plus habiles et plus riches que ceux de la Mongolie centrale ou méridionale, qui sont rapidement assimilés par les Chinois. Mais M^r DE LACOSTE assure que même ces Mongols du Nord sont en pleine décadence, que, entre Ourga et Ouliassoutaï, les familles sont peu nombreuses, les troupeaux décimés par la faim et la soif. Ces populations ne font pas de réserves de fourrage pour l'hiver; aussi, en cas de verglas durcissant la neige, les animaux ne peuvent déblayer les pâturages et périssent en masse.

Le lamaïsme est une autre cause d'affaiblissement, et surtout l'action patiente des Chinois dans la politique et la vie économique. Politiquement, le Gouvernement de Pékin se sert des rivalités des princes mongols et des lamas; il entretient, à Ourga, à Ouliassoutaï et à Kobdo, des mandarins qui exercent un protectorat discret en apparence, et de plus en plus despotique en réalité. Les princes mongols sont attirés à la cour de Pékin dans une servitude dorée, qui prive les Mongols de leurs chefs naturels. Mais le plus puissant instrument d'asservissement du peuple mongol est le marchand et l'usurier chinois, dont M^r DE LACOSTE a rencontré les iourtes tout le long de sa route, et qui évince peu à peu, mais sûrement, de la propriété du sol l'imprévoyant nomade. Il y a plus encore. Les Chinois s'occupent de coloniser, au moyen de paysans sédentaires venus surtout du Chantong, ces confins extérieurs de leur empire, qui paraissent retenir leur

1. Le tsin-tai de Si-ning avait assuré à M^r Kozlov que sur le Koukou-nor non seulement les pierres coulaient à fond, mais même le bois le plus léger.

attention beaucoup plus que naguère. Des chemins de fer de pénétration favorisent cette œuvre : celui de Kalgan, récemment achevé, celui de Tai-yuan fou et une ligne qui doit aboutir au sommet de la boucle du Houang-ho. Entre Ourga et Kiakhta, M^r DE LACOSTE a, certains jours, croisé jusqu'à 400 ou 500 Chinois dirigés systématiquement, par un bureau de colonisation établi à Ourga, sur les terres les plus immédiatement accessibles. Un travail analogue se ferait le long de l'Amour, par les soins d'un bureau semblable, qui fonctionne à Tsitsikar. Ce système constitue le pendant de celui qu'appliquent les Russes de l'autre côté de la frontière¹. Par contre, l'action russe serait très faible en Mongolie, où, depuis vingt ans, le commerce chinois ne cesse de conquérir les anciens marchés moscovites.

Au point de vue géographique pur, M^r DE LACOSTE a surtout exploré la haute vallée de la Tes, qui alimente l'Oubsa-nor, où il désirait se rendre, mais qu'il ne put atteindre parce que la saison était trop avancée. Il put donc, des sources de la Tes, rejoindre Ouliassontai en franchissant le Tarbagataï, puis gagner Kobdo, par le Dourga-nor et le Khara-oussou, et rentrer en Sibérie par le cours du Tchou, du Katoun, Biisk, enfin la station d'Ob', sur le Transsibérien. Au cœur de l'été 1909, du 20 juin au 20 août, la caravane avait eu à subir cinquante-cinq orages, avec manifestations électriques des plus violentes, comme M^r DE LACOSTE n'en avait vu auparavant que dans la zone tropicale. Les Mongols craignent fort la foudre, qui fait parmi eux beaucoup de victimes. Pourtant, la pluie est fort rare.

Enfin, cette tournée a mené le voyageur sur l'emplacement des capitales de plusieurs grandes tribus nomades qui se succédèrent au Moyen Age dans la domination de l'Asie centrale. C'est ainsi qu'il visita le site de Kocho-tsaïdam, la capitale la plus ancienne des Tou-kiou ou Tou-kiuë (Tures), qui renversèrent, au vi^e siècle, l'Empire des Huns Blancs, et qui succombèrent à leur tour, au viii^e siècle, sous les coups des Ouïgours, dont la capitale, Khara-balgassoun, a laissé au bord de l'Orkhon des ruines bien visibles et les débris d'une stèle trilingue; enfin, à très faible distance au Sud-Est, Kharakoroum, la capitale de Gengis-khan, ou du moins l'emplacement de cette ville, entièrement disparue, que révèle le monastère d'Erden-dzou et une tortue géante sculptée dans le granite et isolée dans les herbes de la steppe².

Au cours du printemps s'est également mise en route une expédition scientifique anglaise, dirigée par M^r DOUGLAS CARRUTHERS et qui se propose

1. D'autres faits attestent l'importance nouvelle que les Chinois attachent à leurs possessions extérieures. D'abord, le changement de leur politique à l'égard des principautés tibétaines vassales établies dans les profondes vallées du Tibet oriental. Les Chinois ont, comme le racontait naguère M^r J. BACOT, transformé en domination directe le lien assez lâche qui rattachait à l'Empire ces petits États et les grandes lamaseries de Batang, de San-pin-lin, d'Atentsé. Secondés par un mandarin très énergique, ils ont détruit la lamaserie de Batang et plusieurs autres, décimé par des supplices sommaires les lamas et la féodalité indigène, et commencé l'organisation purement chinoise de ces vallées. La fuite récente du dalaï-lama à Calcutta révèle l'application d'une politique active du même genre à Lhassa, où l'amban chinois paraît devoir transformer en dépendance directe l'État, relativement autonome jusqu'à présent, du Tibet. Lire à ce sujet le récent article de SVEN HEDIN, *Die Flucht des Dalai-Lama nach Indien* (*Petermanns Mitteilungen*, LV1, 1910, n^o IV, p. 181-182).

2. *La Géographie*, XX, 1909, p. 251-253; — *L'Asie française*, X, avril 1910, p. 176-179, 1 fig. carte-itinéraire du commandant DE LACOSTE (à 1 : 7 100 000); — *La Géographie*, XXI, 15 mai 1910, p. 375-384; carte-itinéraire (à 1 : 9 000 000), fig. 60.

comme but d'abord le cours mongol de l'Eniseï et le pays mal connu des Soïotes, ensuite le bassin du Tarim et les confins du Gobi et du Kan-sou¹.

AUSTRALASIE

La nouvelle capitale fédérale de l'Australie. — Les Australiens se sont, enfin, mis d'accord sur le site de la nouvelle capitale du Commonwealth. Après plusieurs années de discussions sans fruit, la question fut circonscrite en 1908 par le « Seat of Government Act », qui établit les trois points suivants : le site de la capitale devrait être choisi dans le district de Yass-Canberra (Nouvelle-Galles du Sud) ; le territoire à affecter au district fédéral ne devrait pas être moindre de 900 milles carrés (2 330 kmq.) ; il devrait avoir accès à un bon port de mer. Un Bureau fut constitué, au commencement de 1909, pour fixer le choix définitif du site, en s'attachant, à la fois, à des considérations esthétiques et à diverses questions pratiques, telles que l'alimentation en eau, la salubrité, etc. Des travaux de cette Commission est sorti un bill, adopté successivement par l'Assemblée législative de la Nouvelle-Galles du Sud et par le Parlement australien, et qui fixe le site de la capitale à Canberra, par 545 m. d'altitude, sur la rivière Molonglo, petit tributaire du haut Murrumbidgee. La vallée du Molonglo, large de 500 à 1 500 m., déroule ses sinuosités plates dans un paysage de collines, hautes de 600 à 800 m. au plus ; tout le district a un aspect mamelonné ; de minces bandes boisées le sillonnent, et de multiples ruisseaux l'alimentent en eau. On a pris grand soin de réserver à la future capitale, tant pour ses usages domestiques que pour les prises de force et le souci de la décoration, l'eau des principaux de ces menus cours d'eau a-t-il été entièrement englobé dans le district fédéral, qui se trouve porté ainsi à plus de 2 600 kmq. Le Cotter, dont l'eau est très pure et ne tarit guère, est surtout destiné à l'usage domestique ; les autres ruisseaux feront l'objet d'endiguements et de barrages permettant d'assurer en tout temps de la force hydraulique. Le port de la nouvelle ville sera aménagé dans la grande baie Jervis, située à quelque 150 km. de distance, par 35° lat. S. On a établi le tracé provisoire de la voie ferrée qui reliera la baie Jervis à Canberra. Le district choisi est encore aujourd'hui à peu près vide, puisqu'il ne compte que 4 000 hab.². Pourtant, il est, d'ores et déjà, relié à Sydney par la voie ferrée du haut Murrumbidgee à Goulburn, qui passe à Queanbeyan et près du lac George, dont la capitale fédérale sera éloignée de moins de 25 km.

Exploration des montagnes neigeuses de la Nouvelle-Guinée. — L'intérieur de la Nouvelle-Guinée, ou Papouasie³, est une des dernières contrées inexplorées qui existent encore sur la terre. Une ceinture de coraux rend périlleuses les approches du littoral ; une immense forêt couvre

1. *Geog. Journ.*, XXXV, March, 1910, p. 333.

2. *The Capital of the Australian Commonwealth* (*Geog. Journ.*, XXXV, March, 1910, p. 318-321, 3 fig. croquis). Les trois croquis, à l'échelle de 1 : 10 000 000, 1 : 750 000 et 1 : 50 000, montrent la position du district fédéral dans le Sud-Est de l'Australie, les détails de la configuration du district, enfin le site propre de la capitale. Elles sont empruntées à un rapport récemment soumis à l'Assemblée législative de la Nouvelle-Galles du Sud.

3. Les Anglais appellent aujourd'hui officiellement la Nouvelle-Guinée « Papua ».

la plaine, sans cesse inondée par un des climats équatoriaux les plus humides qui existent; enfin, toutes ces difficultés sont accrues par la férocité des indigènes. La Nouvelle-Guinée hollandaise est à peu près la seule partie de la grande île où il se fasse un effort persévérant de pénétration. Depuis longtemps, un problème important était posé au sujet de cette portion Sud-Ouest, encore si mystérieuse : y existait-il réellement des montagnes neigeuses? Dès 1623, JAN CARSTENSZON, d'Emden, naviguant dans ces parages pour le compte de la Compagnie des Indes, avait rapporté avoir vu, à une douzaine de lieues géographiques (environ 90 km.), des flaques de neige sur une montagne située par 4° lat. S et 137°12' long. E. Depuis lors, cette expérience s'était répétée bien des fois au cours du XIX^e siècle. En 1904, POSTHUMUS MEYJES signalait de la neige sur une montagne de l'intérieur qu'il évaluait à 3100 m. L'établissement d'une station militaire sur cette côte de la mer d'Arafoura, à Merauke, donna l'occasion fréquente au résident HELLWIG d'apercevoir les lointaines cimes blanches. Malheureusement, on n'avait pas découvert de fleuve qui pût servir de chemin de pénétration; ce fut HELLWIG qui attira l'attention sur la Noord-rivier, affluent de la baie Orientale (Oostbai); il réussit à la remonter sur 82 milles marins, à peu près jusqu'au pied des massifs à explorer¹.

Ce furent MM^{rs} H. A. LORENTZ et le capitaine J. V. VAN NOUHUYS qui tirèrent les conclusions pratiques de ces expériences, en deux expéditions : la première, de mai à septembre 1907; la seconde, qui a abouti à l'escalade de la chaîne culminante de l'intérieur, en octobre et novembre 1909. Il avait été impossible, en 1907, d'atteindre la chaîne neigeuse, à cause du manque de vivres et d'une épidémie de bérubéri parmi les membres indigènes de l'expédition. On dut se contenter d'atteindre l'arête d'un des avant-monts, disposés parallèlement à la chaîne maîtresse : la chaîne Hellwig, haute de 2530 m.; on ne put, d'ailleurs, de ce belvédère apercevoir les cimes neigeuses, cachées par d'autres avant-monts, les chaînes Treub et Wichmann. Mais de la plaine M^r LORENTZ avait pu apercevoir un pic, qu'il appela pic Wilhelmine, et auquel il attribuait 4300 m.

En 1909, une importante expédition composée de quatre Hollandais : MM^{rs} LORENTZ, VAN NOUHUYS, le lieutenant D. HARREMA et le médecin et botaniste VAN RÖMER, remonta la Noord-rivier, en vue d'un effort définitif. On franchit tour à tour la chaîne Hellwig, la chaîne Treub (2370 m.), la chaîne Wichmann (3300 m.), la chaîne Hlubrecht et la chaîne Kajan, cette dernière ainsi désignée du nom de la tribu dayak à laquelle appartenaient la plupart des porteurs. On arriva ainsi dans une vallée Est-Ouest située au pied de la chaîne Orange, qui constitue l'arête principale; on établit un camp dans cette vallée, par 3450 m. d'altitude. Du 3 au 8 novembre se firent les tentatives d'escalade, gênées par le brouillard et la raideur des parois rocheuses. Le 8, MM^{rs} LORENTZ et VAN NOUHUYS, avec quatre compagnons seulement, montèrent jusqu'à 4460 m., limite approximative des neiges éternelles. A la descente, LORENTZ fit une chute de 60 m. dans une crevasse de rocher; il se blessa grièvement et dut être transporté au camp, où il fallut demeurer dix jours, parce que son état ne permettait pas d'aller plus loin.

1. Voir XVIII^e Bibliographie 1906, n° 771.

Le retour fut extrêmement pénible : la caravane souffrait de la faim, trois porteurs succombèrent. Il fallut abandonner une partie des instruments et des collections. Enfin, le 13 décembre, on regagna le camp d'Alkmaar, au pied des montagnes, et l'on rentra en avril 1910 à Batavia.

L'expédition a démontré qu'il existe réellement des neiges permanentes et même des glaciers dans le Sud-Ouest de la Nouvelle-Guinée : elle a constaté aussi que la glaciation avait été jadis beaucoup plus étendue. La limite des névés, déterminée à l'altitude de 4 460 m., est plus basse qu'il n'a jamais été observé sous l'équateur. Les glaciers descendraient même, sur le flanc Sud, jusqu'à 4 000 m. C'est un indice certain que cette côte Sud-Ouest de la Nouvelle-Guinée est bien plus abondamment arrosée que les portions Est de l'île. On n'a, en effet, reconnu, sur le mont Albert-Édouard, dans la chaîne Owen-Stanley (Nouvelle-Guinée britannique), ni glaciers, ni neiges éternelles, ni traces d'anciens glaciers; la végétation herbacée arrive jusqu'au sommet, qui, cependant, a une altitude, soigneusement mesurée, de 4 032 m.¹. Le capitaine VAN NOTHUYNS a évalué la pointe Wilhelmine à 4 750 m.; il a observé, près de la limite des névés, à 4 460 m., du Calcaire éocène à alvéolines, qu'on retrouve, à la baie Triton, au niveau de la mer; l'arête de la chaîne Hellwig serait constituée de Calcaire corallien néogène. La fin du Tertiaire aurait donc été marquée, en Papouasie, par des changements de niveau considérables².

AMÉRIQUE

Expédition au mont Mac Kinley. — Une expédition américaine, composée de MM^{es} THOMAS HORN, HARRY KARSTEN et C. MAC CONIGLE, a effectué, en mars dernier, l'ascension du mont Mac Kinley, pour mettre à l'épreuve les assertions du D^r COOK. Parvenue au sommet le 3 avril, elle n'y aurait trouvé aucune trace du D^r COOK; bien mieux, les photographies publiées par COOK dans son livre n'auraient aucun rapport avec le véritable aspect de la montagne³. C'est ce que M^r PENCK avait prévu!

L'industrie minière du Mexique. — Le Mexique a toujours été célèbre par ses mines d'argent : il est encore à la tête de la production d'argent dans le monde, puisqu'il a extrait, en 1909, 2 330 000 kgr., chiffre le plus élevé qu'on ait observé depuis dix ans⁴.

Pourtant, d'importants changements affectent aujourd'hui l'industrie minière mexicaine. Tout d'abord, l'extraction de l'argent, si elle n'a jamais tant fourni, est, en revanche, moins fructueuse qu'autrefois, à cause de la baisse du métal blanc, malgré les procédés plus économiques de traitement, qui permettent d'utiliser les métaux secondaires associés à l'argent⁵.

1. Voir XVIII^e *Bibliographie 1908*, n^o 767.

2. *Petermanns Mitteilungen*, LIV, 1908, p. 89-90; carte, pl. 9; — *Ibid.*, LVI, 1910, n^o v, p. 258-259. Notes de M^r H. WICHMANN.

3. *New York Herald* du 13 avril 1910.

4. ALBERT BORDEAUX, *Le Mexique et ses mines d'argent*, Paris, Libr. Ploa, 1910, p. 295.

5. Il faut aussi mentionner la concurrence de l'argent du Canada. On a découvert, il y a peu d'années, à Cobalt, dans l'Ontario, des gîtes d'argent d'une énorme richesse; le métal s'y présente presque à l'état natif, puisque certains échantillons ont fourni 3 000 onces (une once = 31 gr.) à la tonne. De plus, les frais d'extraction y sont encore réduits par le peu de profondeur où se rencontrent les filons. Aussi observe-t-on au Canada un phénomène inverse de

Un autre fait, de grande importance, s'impose à l'attention : la participation, de jour en jour plus grande, de nouveaux métaux à la production minière mexicaine. Les progrès de l'or surtout sont de nature à surprendre. Il y a vingt ans, le Mexique produisait à peine un millier de kgr. d'or; en 1891, on n'avait jamais atteint la valeur de 6 millions de fr. Dès 1893-1896, on dépassait 25 millions de fr. Depuis lors, le progrès a été ininterrompu : on atteignait, en 1903, 55 millions de fr., et, en 1908-1909, la production s'est élevée à 118 millions de fr. Le Mexique fournit donc près de 35 000 kgr. d'or annuellement, ce qui est une proportion notable.

Mais, si l'on ajoute le cuivre (53 millions de fr. en 1908-1909), le plomb (16 millions et demi de fr.), le charbon (10), le fer (3), le zinc (2,5), le pétrole (7), les autres métaux (5), on se rendra compte que l'argent, avec 234 millions de fr., ne représente plus que la moitié de la production minière du pays, qui s'élève à 450 millions de fr. en tout. D'ailleurs, cet essor minier n'est, sans doute, qu'à ses débuts, car beaucoup de mines sont actuellement intactes, faute de communications. Les ressources houillères relevées dans les seules provinces du Nord-Est (Tamaulipas et Coahuila) représenteraient 4 milliards de t. et couvriraient 28 000 kmq. Il y a de l'antracite dans la Sonora, à Barrancas, et du lignite dans diverses provinces¹.

L'achèvement du chemin de fer transandin de Buenos Aires à Valparaiso. — La voie ferrée transandine de Buenos Aires à Valparaiso, dont le projet remonte à 1874, a été livrée à l'exploitation le 5 avril et inaugurée officiellement le 25 mai dernier. Depuis 1891, date où la voie, du côté argentin, était parvenue à Uspallata, l'entreprise n'avait plus avancé qu'avec une extrême lenteur. L'obstacle à surmonter était, en effet, formidable. Il fallait franchir, entre les deux gigantesques massifs de l'Aconagua au Nord (6 953 m.) et de Juncal au Sud (plus de 6 100 m.) le pas de la Cumbre, dont la hauteur n'est pas moindre de 3 960 m. On avait songé d'abord à un funiculaire, mais l'idée d'une voie ferrée ordinaire l'avait heureusement emporté. Seulement, il fallut se résoudre à forer un tunnel à une altitude double de celle à laquelle les tunnels alpins les plus hauts nous ont habitués. Ce tunnel, qui traverse le massif d'Uspallata à une hauteur de 3 140 m., est long de 5 065 m. On peut dire que, à partir de 1894, soit d'abord à cause des atermoiements du Gouvernement chilien, soit à cause des difficultés qu'opposa la construction de ce tunnel, l'entreprise fut comme paralysée. L'abondance des neiges, la nécessité de se ravitailler en vivres et en matériel à des distances énormes, le caractère pénible des travaux, trop durs pour les ouvriers italiens eux-mêmes et auxquels ne se montrèrent adaptés que les péones chiliens, tout cela rendit l'avancée très lente et coûteuse, surtout dans les deux ou trois dernières années.

La section de la traversée des Andes n'a pas l'écartement normal des

celui que nous venons de constater au Mexique : l'argent, dont le rang était secondaire il y a peu d'années (15 millions de fr. en 1901), tient maintenant la tête de la production métallurgique (74 millions de fr. en 1909), tandis que l'or qui, grâce au Klondike, atteignait 127 millions en 1901, est tombé aujourd'hui au second rang, avec un peu plus de 50 millions de fr. Par contre, l'extraction du charbon est aujourd'hui beaucoup plus active au Canada qu'au Mexique : 10 millions et demi de tonnes, valant 125 millions de fr. (*Moniteur Officiel du Commerce*, 24 mars 1910, p. 358.)

1. *Bull. Soc. Geog. It.*, ser. IV, XI, Avril 1910, p. 516-518, d'après *Export* ; — *Moniteur Officiel du Commerce*, 7 avril 1910, p. 463.

chemins de fer de l'Argentine et du Chili. De Mendoza (Argentine) jusqu'à Los Andes (Chili), la voie est de 1 m. seulement. De courtes parties de la voie sont à crémaillère. Enfin, les rampes, qui sont de 6 p. 100 du côté argentin, atteignent 8 du côté chilien. La distance de Valparaiso au tunnel n'est, en effet, que de 150 km. Pour toutes ces raisons, la traversée des Andes reste assez lente. Mais le progrès n'en est pas moins considérable au regard du passé. Au lieu d'un trajet par mer de 5 600 km. dans les dangereux parages du détroit de Magellan, les voyageurs et beaucoup de marchandises auront désormais intérêt à utiliser cette voie qui passera d'un océan à l'autre en un jour et demi, ayant à franchir 4 430 km. seulement¹.

RÉGIONS POLAIRES

Un nouvel effort collectif pour l'exploration antarctique. Projets Bruce, Scott, Peary et Filchner. — Un nouvel effort collectif, aussi important au moins que celui des années 1902-1904, se prépare pour l'exploration des régions antarctiques. Mais la nature des problèmes qui se posent a quelque peu changé : on veut aujourd'hui tenter la traversée du continent polaire inconnu et établir, s'il se peut, les relations qui existent entre l'Antarctide de l'Est (Terre Victoria), et l'Antarctide de l'Ouest (Terre Graham, etc.). La poursuite du pôle, d'ailleurs encore très actuelle, passe un peu au second plan vis-à-vis de cette tâche nouvelle et audacieuse. Quatre projets sérieux se sont fait jour :

1° Le projet écossais de M^r WILLIAM S. BRUCE, l'océanographe et explorateur polaire connu. Il veut reprendre l'étude de l'océan Antarctique dans les parages de la mer de Weddell, achever, s'il le peut, l'exploration de la Terre Coats, découverte par lui, et prendre cette terre comme point de départ d'une traversée du continent jusqu'à la Terre Victoria. Une station météorologique fonctionnerait pendant trois ans dans la Terre Coats. L'entreprise ne pourrait s'exécuter qu'à la condition d'établir d'abord des dépôts de vivres dans la Terre Édouard VII et la Terre Victoria. M^r BRUCE compte effectuer sa traversée à peu près suivant le méridien de Greenwich².

2° Un projet anglais, conçu par le capitaine R. F. SCOTT, le chef de l'expédition nationale anglaise de 1901-1904. Le but principal est l'arrivée au pôle Sud. Mais M^r SCOTT se propose d'établir deux bases d'opération : l'une dans la Terre Édouard VII, l'autre dans la baie Mac Murdo. Les circonstances décideront laquelle servira pour l'attaque du pôle et abritera le principal groupe d'hivernage. Le Gouvernement anglais a accordé une subvention de 500 000 fr. au projet, dont l'exécution demandera un million. L'expédition, sur le navire « *Terre Nova* », a quitté Cardiff le 15 juin³.

3° Un projet américain, mis sur pied par M^r PEARY, récemment promu à la dignité d'amiral. Le Peary Arctic Club et la National Geographic Society ont conclu une entente sur les voies et moyens à employer en vue de le réaliser. Le vapeur « *Roosevelt* » sera mis à la disposition de l'expédition,

1. *Mouvement Géographique*, XXVII, 5 juin 1910, col. 293-294.

2. *Annales de Géographie*, XVII, 1908, p. 474. — *Geog. Journ.*, XXXV, May, 1910, p. 600.

3. *A New British Antarctic Expedition* (*Geog. Journ.*, XXXIV, 1909, p. 361-363, 1 fig. croquis); — *Ibid.*, XXXV, Jan., 1910, p. 83; — Captain R. F. SCOTT, *Plans of the British Antarctic Expedition, 1910* (*ibid.*, XXXVI, July, 1910, p. 11-20, 1 fig. phot.); voir aussi p. 20-26.

qui devra quitter l'Amérique à la fin de la présente année et établir sa base d'opérations sur la face de l'Antarctide opposée à la baie Mac Murdo, c'est-à-dire, sans doute, une terre dans les parages de la Terre Coats ou des terres antarctiques américaines. L'expédition américaine ferait sa tentative en même temps que l'expédition anglaise. Il y aurait donc une véritable émulation sportive, d'ailleurs la plus courtoise du monde, car les deux expéditions coopéreraient pour les observations météorologiques et magnétiques. L'effort vers le pôle se ferait en 1911-1912, après un premier hivernage. M^r PEARY ne participerait pas lui-même à l'entreprise, mais le capitaine BARTLETT commanderait de nouveau le « *Roosevelt* »¹.

4^o Enfin, un projet allemand, celui du lieutenant FILCHNER, qui s'est récemment fait connaître par une exploration du Tibet oriental et du Honang-ho supérieur. Lui aussi envisage comme point de départ les parages de la mer de Weddell et le golfe d'eaux relativement libres que l'on suppose exister sur ce point du pourtour antarctique. Son but n'est pas le pôle, mais la détermination des relations entre les deux grandes portions connues et explorées de l'Antarctide. Le schéma publié au sujet de son itinéraire éventuel, dont la conception se fonde, d'ailleurs, sur des conjectures assez hardies, le montre comme se développant un peu à l'Ouest de l'itinéraire prévu par M^r BRUCE. M^r PENCCK a donné sa chaude approbation au projet, qui, lui aussi, suppose une action double et combinée, l'une dans la mer de Weddell, l'autre dans la mer de Ross. Aucune date n'a, d'ailleurs, encore été fixée, M^r FILCHNER tenant à organiser son expédition avec beaucoup de soin et à loisir².

On remarquera que trois expéditions à la fois se proposent pour objectif les parages de la mer de Weddell, assez négligée jusqu'à présent, malgré l'exemple des faciles progrès de WEDDELL en 1823. Au contraire, la campagne de M^r E. SWIFT BALCH en faveur d'une exploration des Terres Wilkes, dont il défend énergiquement l'existence plus ou moins contestée, ne paraît pas avoir eu beaucoup d'écho.

MAURICE ZIMMERMANN,
Chargé de cours de Géographie
à l'Université de Lyon.

1. *Geog. Journ.*, XXXV, March, 1910, p. 337.

2. Le lieutenant FILCHNER a exposé les grandes lignes de son projet dans la séance générale de la Société de Géographie de Berlin du 5 mars 1910. M^r OTTO NORDENSKJÖLD a fait ensuite remarquer, dans une courte allocution, la nouveauté des problèmes que pose l'exploration antarctique actuelle. Enfin, M^r PENCCK a approuvé le projet, en énonçant une hypothèse nouvelle, celle d'une Antarctide de l'Ouest, composée de la Terre Graham et de la Terre Édouard VII, réunies par la Terre Alexandre 1^{er} et le continent dont la « *Belgica* » a relevé le socle continental, et celle d'une Antarctide de l'Est, comprenant les Terres Coats, d'Enderby, Wilkes, Victoria. Les deux groupes de terre seraient séparés peut-être par un sillon marin, allant de la mer de Ross à la mer de Weddell et permettant d'expliquer le caractère flottant de la Grande Barrière. (*Plan einer deutschen antarktischen Expedition*, dans *Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin*, 1910, n^o 3, p. 153-158. 1 fig. croquis.)

L'Éditeur-Gérant : MAX LECLERC.

ANNALES
DE
GÉOGRAPHIE

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

ÉCOULEMENT FLUVIAL ET DÉNUDATION

D'APRÈS LES TRAVAUX DE L'UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY

(CARTE, PL. XVII)

Le problème de l'érosion, ou mieux de la dénudation continentale, est à l'origine¹ et à la base même de la géographie physique, et c'est un des rares problèmes auxquels cette science puisse apporter un commencement de solution quantitative. Si, en effet, négligeant les parties de la terre soumises au régime glaciaire ou désertique, on considère seulement celles où prévaut le régime *normal* des pays humides, tout phénomène de dénudation continentale, — qu'il soit du fait des agents atmosphériques, des eaux souterraines, des rivières creusant et élargissant leur lit, — aboutit invariablement à un transport de matériaux, dissous ou en suspension, par les cours d'eau. Connaissant donc la *superficie* d'un bassin hydrographique, le *débit moyen* du fleuve qui l'égoutte et la teneur moyenne de ses eaux en matières dissoutes (*salinité moyenne*) et en solides (*turbidité moyenne*), il est facile de calculer l'importance de la dénudation subaérienne à la surface de ce bassin. Des évaluations de ce genre, relatives à des cours d'eau différents par la grandeur, la pente, le régime, la constitution et l'histoire géologique du bassin, fourniraient une donnée précise pour le problème capital des cycles de sédimen-

1. JAMES HUTTON, *Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe* (Transactions Royal Society Edinburgh, March 7, and April 4, 1785, 96 p., 2 pl. grav.)

tation et de la durée des périodes géologiques. A l'agronome et au forestier elles permettraient de définir plus exactement le rôle des forêts et de la culture dans la conservation ou la destruction des sols et de leurs éléments; à l'hydrologiste, de préciser les conditions de l'alluvionnement fluvial; au géographe, de mieux comprendre le rôle aussi complexe qu'essentiel de l'eau dans l'économie de la planète.

Le problème devait tenter les géologues. Sir John Murray, dans un travail bien connu¹, a essayé, en s'appuyant sur des analyses d'eaux relatives à dix-neuf grands fleuves, de mesurer la dénudation *chimique* pour l'ensemble du globe. Des essais analogues ont été faits pour les rivières d'Angleterre et du Pays de Galles et pour d'autres encore². Tout en reconnaissant le mérite de ces recherches, il faut bien dire, cependant, qu'elles manquent, les unes de base positive, les autres de portée générale. Si, en effet, le problème est théoriquement assez simple, il est rare que les données essentielles en soient réunies. Il n'est ordinairement pas difficile d'évaluer la superficie d'un bassin hydrographique avec un degré de précision suffisante, bien que, dans les régions d'hydrographie souterraine, la délimitation des bassins contigus soit souvent délicate, et que, dans les contrées semi-arides, on soit amené parfois à attribuer au drainage d'une rivière de vastes étendues qui ne lui fournissent aucun ou presque aucun tribut liquide.

— Quant à la détermination du débit moyen, c'est là, comme on sait, un problème assez difficile, que les Services hydrologiques ont ordinairement négligé pour se restreindre à des lectures d'échelle et à des prévisions de crues. Or, si les variations de la hauteur d'eau indiquent bien le sens des variations du débit, elles n'en donnent aucunement la mesure, et surtout elles ne fournissent aucun terme de comparaison entre bassins différents ni même entre stations différentes du même bassin. Il n'existe, à notre connaissance, qu'un seul Service hydrologique au monde qui, s'étant proposé, dès l'origine, la mesure des débits, ait poursuivi ses observations pendant une période assez longue pour qu'il commence à s'en dégager des moyennes utilisables. C'est le Service Hydrologique de l'U. S. Geological Survey³. Quant à la troisième donnée indispensable du problème, — détermination de la salinité et de la turbidité moyennes pour un nombre suffisant de cours d'eau convenablement choisis à la surface d'un territoire étendu

1. JOHN MURRAY, *On the total annual Rainfall on the Land of the Globe, and the Relation of Rainfall to the annual Discharge of the Rivers* (*Scottish Geographical Magazine*, III, 1887, p. 65-77, 1 pl. carte).

2. Voir, à ce sujet, les indications de P. W. CLARKE, *The Data of Geochemistry* (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, *Bulletin* 330, 1908, p. 89).

3. Il est juste de rappeler que l'inventaire des forces hydrauliques des Alpes Françaises, entrepris sous la direction de M^r TAVERNIER (voir *Annales de Géographie*, XIX, 15 juillet 1910, p. 339-341), comporte naturellement des mesures de débit.

et varié, — rien de systématique n'avait été tenté dans ce sens avant la série de jaugeages et d'analyses exécutée par le Geological Survey en 1906-1907. C'est le résultat de ces travaux que nous présentons, en les commentant, aux lecteurs des *Annales de Géographie*.

Disons, d'abord, un mot de l'origine de ces recherches. A part leur grand intérêt spéculatif, elles ont eu pour objet pratique de définir, en premier lieu, la qualité industrielle des eaux fluviales. Cette considération, essentielle par exemple dans la brasserie, la tannerie, la teinture, la fabrication de la pâte à papier, intéresse toutes les industries qui se servent de moteurs à vapeur. On sait, d'autre part, que l'administration de M^r Roosevelt a attiré plus d'une fois l'attention publique sur la nécessité de défendre les richesses naturelles du pays contre une exploitation anarchique et déprédatrice. L'ancien président, évidemment inspiré par les Services scientifiques fédéraux, ne s'est pas lassé de répéter que les ressources agricoles, pastorales, forestières, hydrauliques, minérales du pays formaient véritablement un même patrimoine, qu'il appartenait à la génération présente de gérer sagement pour le transmettre aux générations futures. Il a montré aussi, avec beaucoup de force, qu'on ne pouvait songer à défendre l'une de ces formes de richesse sans considérer l'usage légitime des autres; qu'en particulier la question de l'eau était une, et qu'on ne pouvait en réglementer l'usage pour l'irrigation sans prévoir les besoins de la navigation; que la défense du sol arable est liée à la protection des forêts, et que le régime d'un fleuve, ses crues, son débit d'étiage, l'état de son lit, la qualité de ses eaux, dépendent, au moins en partie, de l'économie de son bassin tout entier¹.

C'est à cette intelligente et déjà féconde politique de conservation nationale que se rattachent diverses publications intéressantes des services scientifiques fédéraux. Le Geological Survey, pour sa part, a fourni deux petits volumes, l'un sur la conservation des ressources minérales, l'autre sur la conservation des ressources hydrauliques². C'est ce dernier travail, contenant (p. 78-93) le mémoire de MM^{rs} R. B. Dole et H. Stabler intitulé *Denudation*, qui a servi de point de départ à la présente étude. Les calculs des auteurs reposent :

1° sur une évaluation de la superficie des bassins fluviaux, évaluation qui, sous les réserves exposées plus haut relativement aux régions

1. Voir, par exemple : TH. ROOSEVELT, *Our National Inland Waterways Policy*, dans *American Waterways (The Annals of the American Academy of Political and Social Science)*, XXXI, n° 1, Philadelphia, January, 1908, p. 1-11).

2. *Papers on the Conservation of Mineral Resources* (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, *Bulletin* 394, 1909, 214 p., 2 fig. diagr., 12 pl. cartes, cartogr. et phot.); — *Papers on the Conservation of Water Resources* (*Ibid.*, *Water-Supply Paper* 234, 1909, 96 p., 2 pl. cartes). — Ces deux volumes portent la mention : *Reprinted from Report of the National Conservation Commission*, February, 1909.

semi-arides, comporte une précision beaucoup plus grande que la détermination des autres éléments du problème;

2° sur des mesures de débit exécutées par le Geological Survey pendant une période de sept années au moins (1900-1906) et généralement davantage; les résultats sont considérés comme exacts, sauf quelques exceptions, à moins de 10 p. 100 près;

3° Sur environ 5 000 analyses d'eaux exécutées en 1906-1907 par le Geological Survey, avec le concours de diverses institutions d'État, selon la méthode suivante: des échantillons, prélevés quotidiennement dans 150 rivières ou lacs situés à l'Est du 100° méridien¹ et en Californie, furent réunis par périodes de dix jours, et l'échantillon composite fut soumis à une analyse complète². Pour les États arides (à l'Ouest du 100° méridien), MM^{rs} Dole et Stabler se sont servis des analyses systématiques exécutées (simultanément?) par les soins de l'U. S. Reclamation Service, et dont les résultats n'ont pas été publiés. Enfin, pour un petit nombre de cours d'eau, ils ont puisé à différentes sources suffisamment sûres. Les auteurs considèrent les valeurs obtenues pour la salinité moyenne comme exactes, sauf quelques exceptions, à moins de 10 p. 100 près. Quant à la turbidité moyenne, elle est beaucoup plus difficile à déterminer avec précision, et l'erreur peut atteindre, dans certains cas, jusqu'à 50 p. 100. Ce sont là des résultats d'une valeur exceptionnelle, qu'il s'agit maintenant de commenter, en commençant par les chiffres de débit.

Débit (discharge) et écoulement fluvial (run-off). — Suivant une pratique déjà ancienne du Geological Survey, les débits, rapportés à la superficie du bassin, sont exprimés en pieds cubes par seconde et par mille carré; les valeurs relatives à des bassins d'étendue inégale deviennent ainsi immédiatement comparables. Peut-être eût-il été préférable encore, comme cela se fait dans les publications du Survey, de traduire le débit par la hauteur de la tranche d'eau qui s'écoule annuellement de la surface du bassin: le rapport de l'écoulement aux précipitations apparaîtrait aussitôt, la comparaison entre bassins différents restant aussi facile. Pour cette dernière caractéristique du régime fluvial, le nom d'*indice d'écoulement* semble approprié³.

1. Méridien de Greenwich.

2. Les résultats détaillés (sauf ceux qui se rapportent à la Californie, qui seront publiés à part) ont été réunis dans: R. B. DOLE, *The Quality of Surface Waters in the United States. Part I. Analyses of Waters East of the one hundredth Meridian* [U. S. GEOLOGICAL SURVEY, Water-Supply Paper 236, 1909, 123 p.).

3. Les hydrologistes expriment ordinairement le rapport entre les précipitations et le débit par une fraction centésimale qu'ils appellent *coefficient d'écoulement* et qui leur sert à prévoir, d'une manière plus ou moins approchée, le débit probable en fonction des précipitations. Les géographes, dont le point de vue est différent, devraient plutôt, semble-t-il, parler de *rapport d'écoulement*. D'ailleurs, cette notion même ne nous paraît pas aussi généralement utile que celle d'indice

La carte ci-jointe (pl. xvii) indique, pour quatre-vingt-treize stations de jaugeage, la valeur en centimètres de l'indice d'écoulement pour la partie du bassin située en amont. Une simple inspection de la carte révèle à la fois des contrastes très marqués entre les diverses régions naturelles des États-Unis et une concordance non moins évidente à l'intérieur de chaque région. Cela revient à dire que, si l'indice d'écoulement est fonction de nombreuses variables plus ou moins indépendantes, — dont certaines sont sujettes à des variations soudaines (dimensions et agencement du bassin, pente, terrains et sols, revêtement végétal, et surtout régime pluviométrique), — les variations locales se compensent plus ou moins dès que l'on considère un bassin de quelque étendue, et surtout qu'elles disparaissent derrière les deux grands facteurs de l'écoulement fluvial : le régime climatique partout, et la pente en pays de montagne. Les éléments du climat, d'une part, les conditions générales de pente, de l'autre, présentant des variations continues, il était à croire que l'indice d'écoulement présenterait aussi des variations continues et se prêterait à une figuration par courbes, comme les précipitations, la pression, la température, etc.

Nous avons donc essayé d'établir une carte de l'écoulement fluvial aux États-Unis¹. Les chiffres moyens déduits du mémoire de MM^{rs} Dole et Stabler ont fourni le tracé général des courbes, que l'on a complétées en se guidant sur les valeurs relatives à l'année 1906, lesquelles semblent voisines de la normale dans la plus grande partie du pays. Les stations dont on a utilisé soit les valeurs moyennes, soit les valeurs pour 1906, ont été distinguées sur la carte. Le lecteur pourra ainsi juger de la légitimité de notre méthode. On a donné la préférence aux chiffres relatifs aux petits bassins, qui expriment mieux les conditions locales, et l'on a négligé autant que possible les valeurs qui se rapportent aux bassins étendus, surtout aux grands bassins complexes du Mississipi, du Missouri, de l'Ohio².

Il est presque superflu de dire qu'une carte de ce genre, comme d'ailleurs la plupart des cartes de précipitations³, ne peut offrir qu'une représentation grossière du phénomène, et qu'il n'y faut chercher que des indications générales sur le sens et l'amplitude de ses principales variations. Une carte de l'écoulement fluvial vraiment fidèle serait aussi et probablement plus compliquée que n'importe quelle

d'écoulement. Celle-ci, en effet, correspond à une valeur absolue, qui mesure directement l'activité hydraulique des rivières. La première notion caractérise plutôt le régime climatique; la seconde, le régime fluvial. La première, d'ailleurs, se déduit facilement de la seconde.

1. La chose avait été tentée par F. H. NEWELL (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, *Fourteenth Annual Report*, 1892-93, Part II, pl. v). Mais les éléments faisaient défaut.

2. Les indications telles que + 200, — 1, etc., doivent se lire : plus de 200 cm., moins de 1 cm., etc.

3. Voir l'opinion de J. HANN, dans *Geographisches Jahrbuch*, VIII, 1880, p. 97.

carte de pluies. — Il n'est pas moins évident que notre carte comporte une grande part d'interprétation, plus grande en un sens qu'une carte de pluies. Car, tandis que les stations pluviométriques fournissent des valeurs locales où appuyer les courbes, les stations de jaugeage fournissent des valeurs complexes qui résument le régime du fleuve et de ses affluents dans tout le bassin amont, et qui ne concordent qu'exceptionnellement avec les valeurs vraies autour du point d'observation. La courbe correspondante devra donc passer en amont ou en aval de la station suivant que l'indice d'écoulement décroît ou croît de l'amont vers l'aval; c'est ici qu'intervient nécessairement une part d'arbitraire plus ou moins grande. — Mais, en revanche, ces mêmes conditions autorisent certaines conjectures sur les variations du phénomène en amont des stations extrêmes : l'extrapolation est ici nécessaire et légitime. C'est ainsi que la mesure des débits fait soupçonner dans les Appalaches méridionales des maxima pluviométriques supérieurs à 200 cm., alors que les cartes de précipitations, appuyées uniquement sur les observations météorologiques¹, n'indiquent que des valeurs inférieures à 175 cm. On pourrait faire une observation analogue à propos de la Chaîne des Cascades et des Monts Olympiques.

Si maintenant on rapproche notre carte de l'écoulement d'une carte des précipitations, des observations intéressantes se présentent à l'esprit. La première, c'est la ressemblance générale des deux cartes. Les reliefs de la Nouvelle-Angleterre, les Adirondacks, les Catskills et les Appalaches septentrionales accusent pour l'indice d'écoulement des maxima de 75 et probablement de 100 cm. Dans les Appalaches méridionales, les valeurs dépassent sur quelques points 200 cm.; dans la Sierra Nevada, 150; dans la Chaîne des Cascades et les Monts Olympiques, 200 et 250. Dans les Rocheuses septentrionales, les maxima doivent être voisins de 50 cm., et dans les Rocheuses moyennes et méridionales, de 40 et 30 cm. Ces valeurs représentent au moins 80 p. 100 du chiffre des précipitations : le coefficient d'écoulement augmente, en effet, rapidement avec la pente.

De même que les maxima, les minima de la carte de l'écoulement coïncident avec ceux de la carte des pluies; seulement, ils se creusent beaucoup plus profondément. Cela est vrai non seulement du Grand Bassin, qui, considéré dans son ensemble, présente, pourrait-on dire, des valeurs négatives (son drainage n'arrivant pas à la mer), mais encore des plateaux de l'intérieur du Washington et de la partie occidentale des Grandes Plaines. Alors que la carte des pluies indique pour cette dernière région un minimum de 25 cm., l'écoulement, au

1. La plus récente est due à H. GANNETT; elle accompagne les *Papers on the Conservation of Water Resources* indiqués ci-dessus, p. 387, note 2. Nous la reproduisons (fig. 1), en la complétant pour le Sud du Canada, au moyen de l'*Atlas of Canada*, Ottawa, 1906, pl. 26.

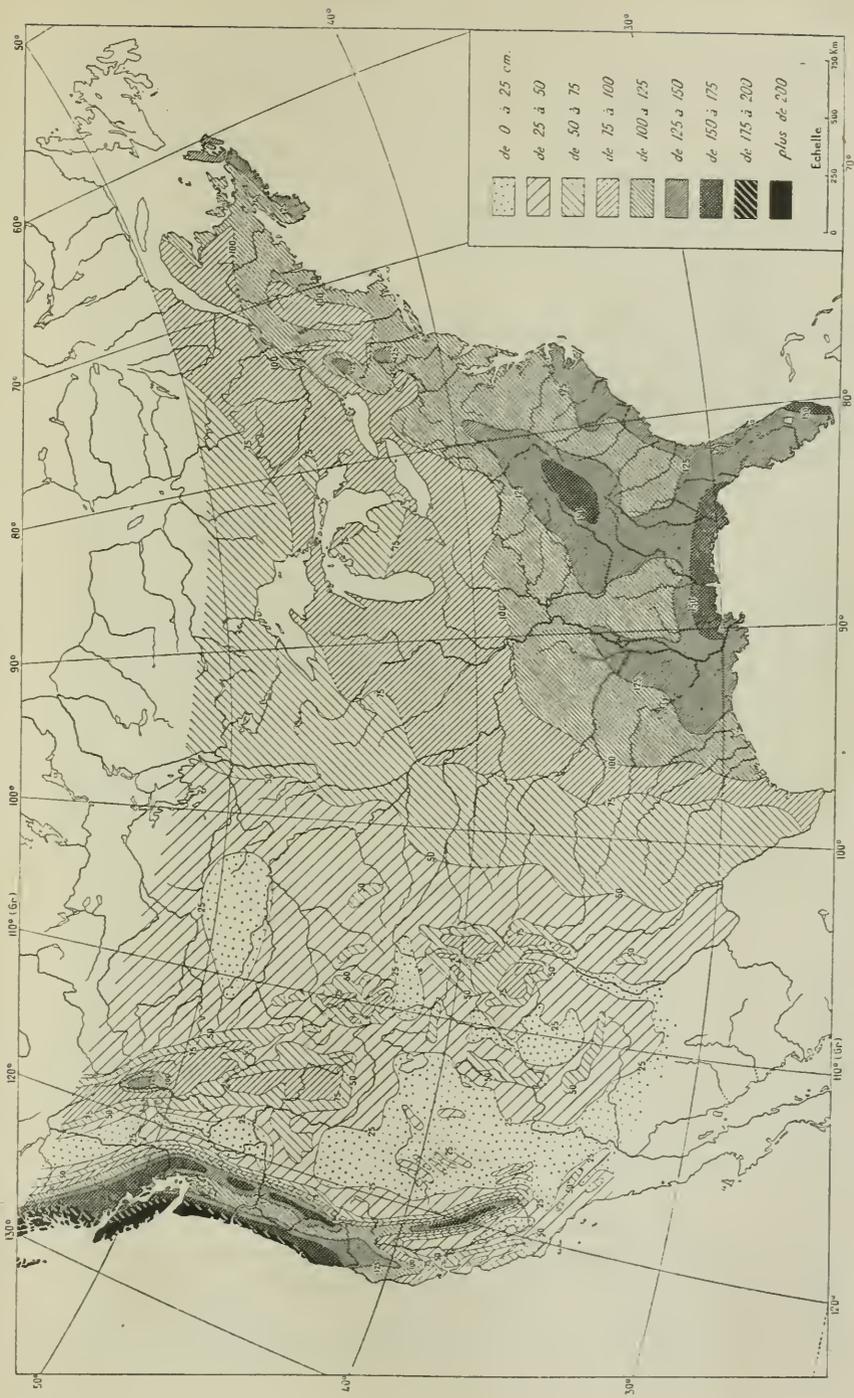


FIG. 4. — Carte des précipitations annuelles aux États-Unis et dans la partie méridionale du Canada.
Échelle, 1 : 33 500 000 env.

voisinage du 49° parallèle et sur le cours moyen de la Platte, de l'Arkansas, du Pecos, s'abaisse au-dessous de 2^{cm},5, et même de 1 cm. : le coefficient d'écoulement se réduit à moins de 10, voire même à moins de 5 p. 100. La presque totalité des précipitations, dont les trois quarts tombent pendant la saison chaude¹, est absorbée par l'évaporation directe ou par la végétation : cela précise, beaucoup mieux que ne le ferait une carte de pluies, le caractère aride de la région.

Plus significatif peut-être encore et plus inattendu est le golfe que dessine la courbe de 30 cm. à l'Est du Mississipi, entre les Grands Lacs et l'Ohio : il y a là comme une invasion des influences continentales, qui, épousant les trajectoires favorites des perturbations atmosphériques, pénètrent jusque dans la région laurentienne. Ce golfe correspond, d'ailleurs, dans sa partie occidentale à une avancée des prairies, et dans sa partie orientale au grand développement des bois clairs, des bouquets de Chênes, entre les forêts de Conifères des Grands Lacs et les Magnolias du Kentucky et du Tennessee. L'Ohio marque, à bien des égards, une limite de premier ordre : limite climatique, limite bio-géographique et, à une époque antérieure, limite extrême des invasions glaciaires, et l'accord n'est peut-être pas fortuit. — Une autre limite de premier ordre se place au voisinage de la Rivière Rouge du Nord, entre la région du lac Supérieur, où l'indice d'écoulement dépasse 50 cm., et les Dakotas, où il tombe à moins de 5 cm. La transition est soudaine entre la forêt laurentienne, au sol rocheux, dénudé par les invasions glaciaires, et les grandes plaines de *drift*, sans arbres et souvent sans eau douce. Là aussi la végétation se combine avec les conditions de climat, dont elle dépend, pour en accentuer les effets. Tant que le climat pluvieux entretient une forêt dense, celle-ci, s'enveloppant d'une atmosphère humide, se défend elle-même, en même temps que le sol, contre une évaporation excessive : il restera assez d'eau pour alimenter des rivières abondantes. Quand, au contraire, la forêt s'éclaircit notablement, l'évaporation augmente, l'aridité s'accroît, les précipitations, trop faibles pour entretenir la forêt, suffisent encore bien moins à maintenir le débit des rivières. En d'autres termes, l'indice d'écoulement décroît avec les précipitations, mais plus rapidement qu'elles : passé le point où la végétation forestière disparaît, la décroissance est très rapide : c'est là que s'observent les grands contrastes hydrologiques, botaniques et humains. — La transition entre la région humide et la région aride, soudaine dans le Nord, devient plus graduelle dans le Sud, et la proximité du Golfe devient un facteur essentiel du climat. Si la partie occidentale du Texas est aride, sa moitié orientale se prête, comme

1. Voir la carte de H. GANNETT indiquant la proportion de pluies qui tombe pendant la saison chaude, d'avril à septembre. (*Water-Supply Paper 234*, pl. II.)

on sait, à la culture du coton : la Platte, l'Arkansas, la Rivière Rouge, faibles ou affaiblies entre les montagnes et le 100^e méridien, reprennent de la vigueur en entrant dans la région humide et apportent un tribut grossi au Mississipi.

Il serait intéressant de poursuivre cette analyse dans le détail, et la carte, croyons-nous, s'y prêterait jusqu'à un certain point. Mais il nous faut laisser ce soin au lecteur et nous contenter de caractériser brièvement, au point de vue de l'écoulement fluvial, les grandes régions naturelles des États-Unis.

a) Sud-Est. — Cette région est limitée à l'Ouest et au Nord-Ouest par la courbe de 100 cm. de pluie, qui suit d'abord le 96^e méridien, puis passe par Saint-Louis et Cincinnati. Précipitations partagées à peu près également entre la saison chaude et la saison froide, avec prépondérance légère des pluies d'hiver dans le Sud-Ouest et des pluies d'été dans le Nord-Est. — Topographie normale et variée; végétation forestière abondante. — Dans le Sud, et jusque vers le Potomac, rôle subordonné de la neige, sauf dans les parties montagneuses; crues modérées de printemps (mars), décrue progressive jusqu'en automne; les basses eaux se produisent en octobre ou en novembre, selon que les températures élevées et l'activité végétative (donc l'évaporation) persistent plus ou moins tard. — Indice d'écoulement partout supérieur à 30 cm., sauf peut-être dans le Texas, atteignant 200 cm. dans les parties montagneuses; minimum relatif sur la côte atlantique (pente décroissante, drainage imparfait); maximum relatif au voisinage du Golfe (précipitations plus abondantes); minimum relatif correspondant à l'inflexion de la courbe de 125 cm. de pluies dans le Nord du Mississipi et de l'Alabama. — A partir du Susquehannah, l'importance des crues de printemps augmente, et l'étiage se produit plus tôt, en septembre. On passe ainsi graduellement à la région suivante.

b) Région laurentienne. — Précipitations inférieures à 100 cm., sauf en Nouvelle-Angleterre, à 75 cm. à l'Ouest du lac Supérieur. Le débit est subordonné aux précipitations de la saison froide; rôle essentiel de la couverture de neige et de la glace. Dans la zone glaciaire interne, les sols sont minces et le sous-sol peu perméable, mais les lacs et les forêts agissent comme régulateurs; dans la zone glaciaire externe, le *drift* absorbe et retient l'eau. Évaporation assez faible dans l'ensemble, sauf à la surface des Grands Lacs¹. Grande

1. Les chiffres d'écoulement relatifs aux Grands Lacs sont, en effet, sensiblement moindres que les valeurs afférentes aux cours d'eau tributaires ou voisins. Nous n'en avons tenu compte pour le tracé des courbes que dans la mesure où ils traduisaient évidemment les variations du phénomène à représenter : par exemple, la valeur 18 cm. à la sortie du lac Érié, comparée à 30 cm. à la sortie du lac Huron et à 36 cm. à la sortie du lac Ontario.

crue accompagnant la débâcle et les pluies de printemps (mars-avril), étiage en septembre, légère remontée à l'automne; le gel réduit le débit d'hiver à peu de chose. — Indice d'écoulement supérieur à 30 cm., sauf dans le Sud du Michigan et le Nord de l'Ohio.

c) *Prairies et Plaines.* — Jusqu'aux Montagnes Rocheuses. Sécheresse croissante de l'Est à l'Ouest jusqu'à l'approche des montagnes, aggravée par un régime prononcé de pluies estivales (60 p. 100 du total au moins; plus de 80 p. 100 dans une partie du Nebraska, du Kansas et du Colorado): la presque totalité des précipitations est absorbée par l'évaporation et par la végétation herbacée. Légère crue de printemps à la fonte des neiges peu abondantes; crue normale en juin-juillet; faiblesse extrême du débit à la fin de l'été et jusqu'à l'hiver. Toutefois, les dunes du Nebraska régularisent le débit des rivières qui s'y alimentent. — Les cours d'eau qui naissent dans les Rocheuses ont une forte crue due à la fonte des neiges (mai-juin); dans le Montana, rivières à alimentation glaciaire (hautes eaux en juin-juillet). — Indice d'écoulement inférieur à 30 cm. dans les Prairies, à 10 cm. dans les Plaines; minima très faibles.

d) *Région Pacifique.* — Le régime des pluies d'hiver est général (plus de 70 p. 100 du total à l'Ouest de la Chaîne des Cascades et de la Sierra Nevada, plus de 85 p. 100 sur la côte de Californie). Précipitations très abondantes sur la côte du Washington et de l'Oregon, rares dans le Sud de la Californie, très rares et incertaines dans les bassins intérieurs. Contraste violent entre les versants oriental et occidental des montagnes. — Dans le Nord, sur la côte, les pluies d'automne déterminent une crue soudaine en novembre, suivie d'une décrue régulière jusqu'en août-septembre; l'abondance des pluies et l'égalité du climat réduisent le rôle des neiges dans l'alimentation des rivières. Entre la Coast Range et les Cascades, climat déjà plus sec et moins régulier; la crue d'automne retarde jusqu'en janvier; la fonte des neiges se marque par une petite crue en mai. Celle-ci devient presque égale à la première sur le flanc oriental des Cascades, et tout à fait prépondérante à l'intérieur et jusqu'aux Rocheuses: c'est le régime du Colorado. Dans la Californie moyenne et méridionale, les précipitations sont trop faibles pour produire une crue d'hiver; les rivières pérennes dépendent pour leur alimentation de la fonte des neiges dans la montagne. Dans les bassins intérieurs, il n'y a de rivières permanentes qu'à la sortie des montagnes. — Indice d'écoulement très variable, suivant la latitude, l'exposition, l'éloignement de la mer et le relief.

Le rapprochement des cartes de précipitations et d'écoulement fluvial pourrait fournir la base d'une mesure approximative de l'évaporation *réelle*. Nous avons reculé devant cette recherche, qui eût

allongé démesurément notre travail, et nous nous contentons d'en définir le principe. Les météorologistes qui ont abordé la question se sont généralement proposé de calculer l'évaporation *virtuelle* à la surface d'une nappe d'eau libre. C'est là une notion utile, en ce sens qu'elle exprime les effets combinés de la température, de l'humidité et de l'agitation de l'atmosphère¹. Mais elle est proprement météorologique, et il est plus intéressant pour le géographe de savoir, non pas ce que l'évaporation serait dans ce cas purement idéal, mais ce qu'elle est réellement. Or, si l'on entend par là l'ensemble des phénomènes physiques et physiologiques par lesquels une partie des précipitations fait retour à l'atmosphère sans passer par les cours d'eau, on peut dire que la mesure en est donnée, à peu de chose près, par la différence entre les précipitations et le *run-off*. En effet, les eaux d'infiltration qui ne sont pas rappelées à la surface par capillarité finissent en règle générale, après un voyage plus ou moins long, par reparaitre au jour et s'ajouter à l'écoulement superficiel. Il faut, il est vrai, tenir compte de la quantité d'eau employée à l'hydratation des roches et fixée ainsi d'une manière plus ou moins définitive; mais cette quantité est sans doute minime. Il n'est pas vrai, d'autre part, si l'on considère un district d'étendue restreinte, que les sources ramènent au jour autant d'eau que la région en a cédé aux réserves souterraines. Enfin, le volume même de ces réserves est incessamment affecté par les variations climatiques. Mais l'effet de ces causes d'erreur s'atténue quand on considère un territoire suffisamment étendu et un espace de temps suffisamment long. Il reste, à la vérité, une cause d'incertitude qui consiste dans les variations séculaires du climat. Nous n'avons aucun moyen de les mesurer directement; mais les différences qui en résultent sont probablement d'un ordre de grandeur inférieur à celui des erreurs inévitables qui s'attachent à nos méthodes d'évaluation.

Nous dirons donc que, à prendre les choses un peu largement, la fraction des précipitations qui n'apparaît pas dans le *run-off* moyen représente à peu près la part de l'évaporation réelle moyenne. En effet, l'eau que les plantes incorporent à leurs tissus fait retour tôt

1. C'est l'objet du seul travail d'ensemble sur la question pour les États-Unis. Il se rapporte à la période juillet 1887-juin 1888 et a pour auteur T. RUSSELL, cité et discuté par H. H. KIMBALL, *Evaporation Observations in the United States* (*Monthly Weather Review*, XXXII, 1904, p. 536-539, carte). — Le botaniste E. N. TRANSEAU (*Forest Centers of Eastern America*, dans *American Naturalist*, XXXIX, 1905, p. 875-889, 6 fig. cartes), combinant les résultats de T. RUSSELL avec les chiffres de précipitations, a dressé, pour l'Est des États-Unis, une carte de l'évaporation relative, c'est-à-dire des précipitations en pour cent de l'évaporation virtuelle; sa carte révèle des faits importants qui n'apparaissent ni sur la carte des précipitations ni sur celle des températures. Il en montre la signification pour la géographie botanique. Une carte de l'évaporation *réelle* offrirait un intérêt égal, sinon supérieur.

ou tard à l'atmosphère, car les produits ultimes de décomposition des matières organiques sont l'acide carbonique et la vapeur d'eau. Ici aussi, il faut faire une réserve : dans les pays où le climat frais et humide permet l'accumulation de matière végétale imparfaitement décomposée, l'élimination finale de l'eau de constitution peut être retardée notablement. L'humidité croissante, associée à une température d'été assez basse, favoriserait naturellement la constitution de ces réserves. Inversement, le passage à l'aridité a pour conséquence la destruction des réserves accumulées à une époque antérieure, plus propice à la formation et à la conservation des tissus végétaux. Ce sont là des transformations de première importance au point de vue de l'étude des sols, mais on peut se demander si elles affectent notablement, au point de vue qui nous occupe, la balance des échanges entre les plantes, le sol et l'atmosphère.

Dénudation mécanique et dénudation chimique. — Nous admettons que l'activité de la dénudation mécanique et celle de la dénudation chimique sont mesurées respectivement par la quantité de matériaux solides et par la quantité de matériaux dissous charriés par les rivières¹. Pour ces quantités, rapportées à l'unité de temps et à la superficie du bassin en amont de la station de jaugeage, exprimées par conséquent en tonnes par kilomètre carré et par an, nous proposons les noms d'*indice de dénudation mécanique* et d'*indice de dénudation chimique*. Les cartes ci-jointes (fig. 2-3) en présentent les valeurs pour environ 75 bassins fluviaux ou lacustres².

Ces deux séries de valeurs n'ont ni la même précision, ni la même portée. Tandis que l'indice de dénudation chimique est susceptible d'une détermination très approchée, l'indice de dénudation mécanique admet une marge d'erreur qui peut aller, comme on l'a vu, jusqu'à 50 p. 100 dans certains cas. Alors, en effet, que la salinité ne varie guère, au cours d'une année, de plus du simple au triple (voir les graphiques, fig. 7-8), la turbidité (en millièmes) peut varier, pendant une même année, de 19 à 228 (Alabama à Selma), de 14 à 351

1. Bien entendu, les processus qui aboutissent d'une part à la désagrégation des roches et de l'autre à la dissolution de leurs éléments sont intimement associés dans la nature : la désagrégation prépare la dissolution, et la dissolution favorise la désagrégation. Il n'en est pas moins vrai que, selon les roches, le climat, et l'évolution de la topographie, c'est l'une ou l'autre forme de dénudation qui prédomine. — Voir, par exemple, l'*Esquisse de la répartition des formes dominantes de l'érosion continentale*, dans : EMM. DE MARTONNE, *Traité de Géographie physique*, Paris, 1909, p. 406, fig. 172.

2. On entend par bassins composites ceux pour lesquels il existe plusieurs stations de jaugeage échelonnées sur le cours du fleuve principal ou des affluents. — Pour les Grands Lacs, les valeurs inscrites auprès des stations de jaugeage se rapportent à l'ensemble des bassins amont; les autres se rapportent aux bassins compris entre deux stations consécutives.

(Miami à Dayton), de 0 à 356 (Cedar River à Cedar Rapids), de 0 à 2480 (Colorado du Texas à Austin). La turbidité maximum s'observe, comme on sait, au début des grandes crues ; le gros du travail de transport mécanique s'accomplit, sous l'action de ces « chasses », pendant un temps très court, et dans des conditions si différentes d'une année à l'autre qu'elles rendent délicate et peut-être illusoire la détermination des normales¹. — Variable dans le temps, la turbidité ne l'est pas moins dans l'espace. On sait, en effet, que la capacité de transport d'un filet liquide croît beaucoup plus rapidement que sa vitesse². C'est dire que la « charge » (*load*) d'un cours d'eau à un même moment variera grandement selon que la pente locale sera plus ou moins forte, le cours plus ou moins rectiligne, le lit plus ou moins resserré. Ces variations locales, considérables dans la période de régularisation des profils, deviennent, il est vrai, négligeables dès que la maturité parfaite est réalisée. Mais il est bien rare qu'il en soit ainsi, et l'on verra par la suite que le Mississipi lui-même dans son cours inférieur n'a pas atteint ce stade idéal³. — L'indice de dénudation chimique est, au contraire, une constante bien définie de chaque système fluvial. Il donne la mesure d'un phénomène complexe, progressif et non spasmodique, qui ne se poursuit pas seulement à la surface, mais encore dans toute la profondeur de la zone de circulation souterraine. Il est étroitement lié à la nature des roches, à leur composition, à leur texture, à leur état de division, à la température du sol et du sous-sol, à l'abondance des dissolvants, acide carbonique et acides végétaux, etc., toutes conditions plus ou moins indépendantes des variations du débit.

Les cours d'eau jouent dans les deux aspects de la dénudation continentale des rôles radicalement différents. Dans la dénudation chimique, ce sont de simples collecteurs qui recueillent les apports des eaux souterraines et les évacuent fidèlement, sans y ajouter ni en retrancher notablement par leur activité propre. Cela tient à ce que les eaux fluviales sont normalement des solutions extrêmement diluées : il n'y a précipitation que dans les climats arides, et en temps de basses eaux⁴. En d'autres termes, les rivières des climats

1. On peut être tenté de mesurer la dénudation par l'épaisseur de la tranche enlevée dans l'unité de temps. C'est ce qu'ont fait les auteurs du mémoire utilisé. Mais il nous a semblé que ces nombres infinitésimaux disent assez peu de chose à l'esprit et n'ont guère d'intérêt que pour la mesure du temps géologique.

2. Comme la sixième puissance de la vitesse, d'après T. C. CHAMBERLIN and R. D. SALISBURY, *Geology*, I, 1906, p. 115.

3. Voir p. 402.

4. Sauf pour les carbonates : la teneur en acide carbonique dissous est alors le facteur essentiel, et les causes qui en favorisent le dégagement déterminent la précipitation des carbonates. Même dans ce cas, le dépôt n'est ordinairement pas définitif, et les corps précipités sont redissous ou enlevés mécaniquement à la première occasion.

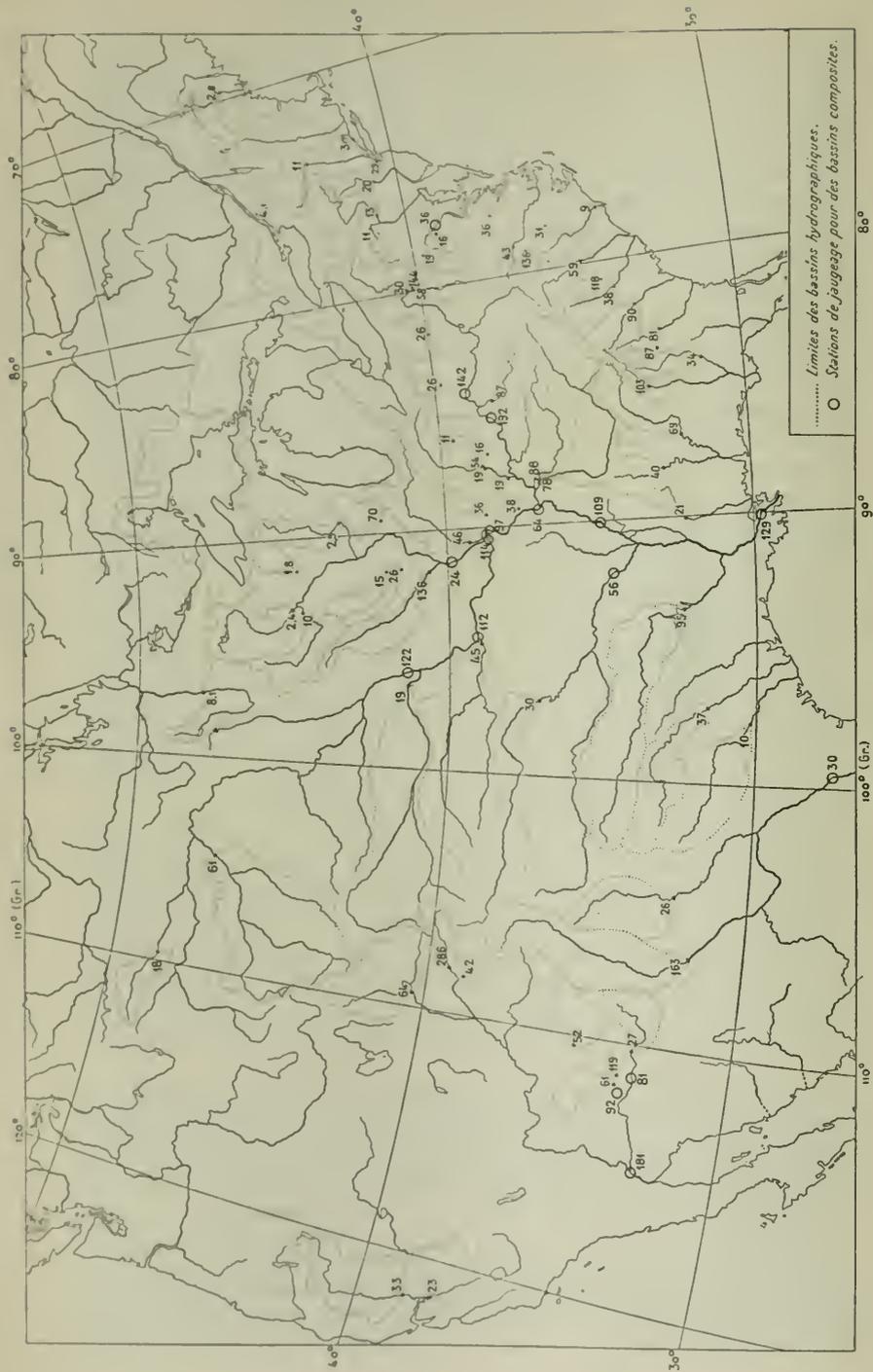


FIG. 2. — Indice de dénudation mécanique aux États-Unis. Échelle, 1 : 25 000 000 ENV.
 Les chiffres indiquent le nombre de tonnes par kilomètre carré et par an.

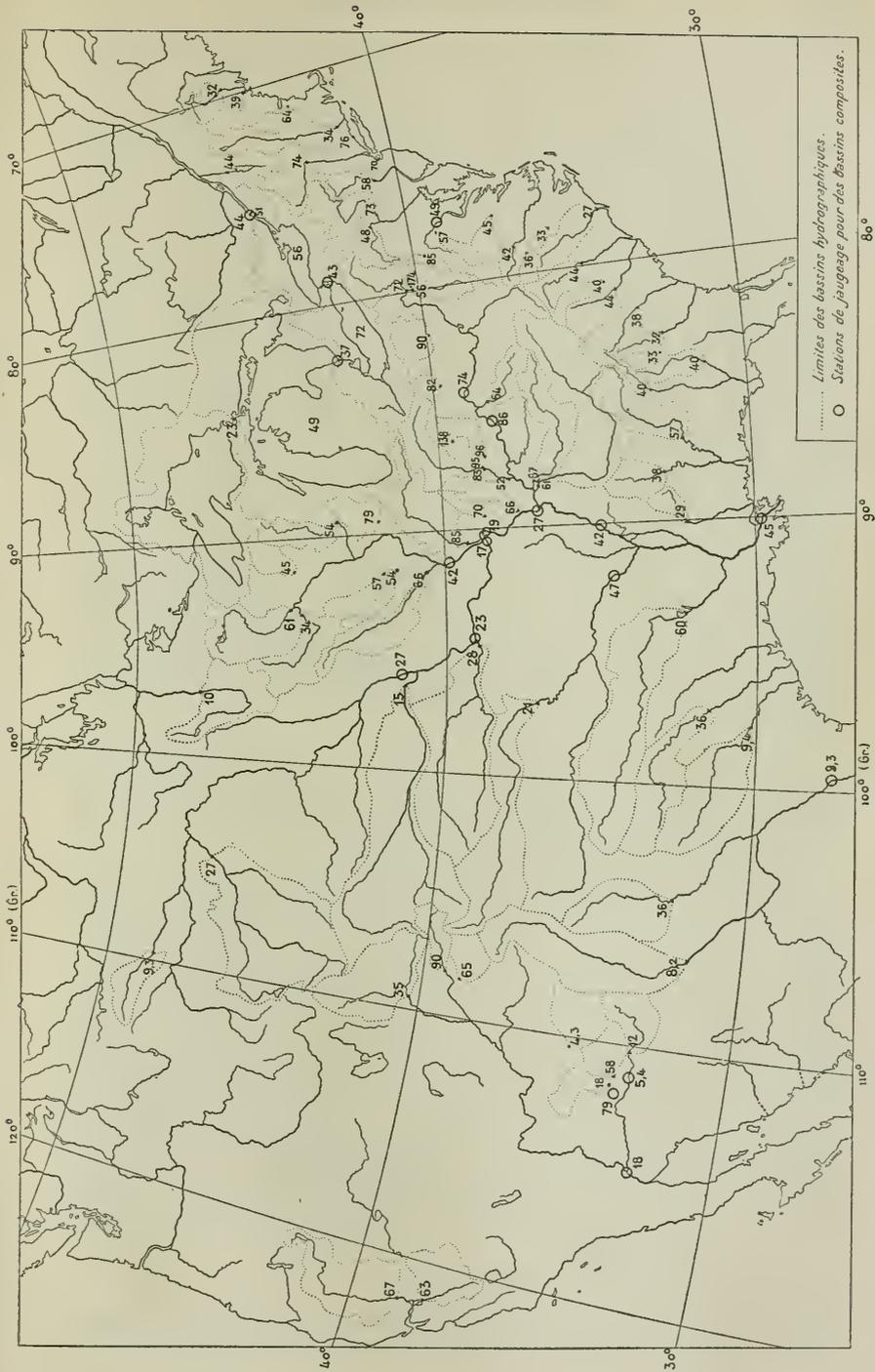


FIG. 3. — Indice de dénudation climatique aux États-Unis.
 Les chiffres indiquent le nombre de tonnes par kilomètre carré et par an.

humides — et les rivières des climats arides en temps de hautes eaux — *ne travaillent pas*, comme agents de la dénudation chimique, *à la limite de leur puissance* : c'est le pouvoir dissolvant des eaux souterraines qui conditionne l'ensemble du phénomène. — Comme agents de la dénudation mécanique, au contraire, les rivières, en chaque point et à chaque instant, *travaillent à la limite de leur puissance*. L'excédent de force vive que laisse l'évacuation des matériaux venus de l'amont ou descendus des versants leur sert à éroder leur lit et par là même à augmenter leur « charge » de sédiments. Inversement, les sédiments surabondants sont aussitôt déposés, pour être repris dès qu'il y aura des disponibilités d'énergie. Sans doute, la grande masse des matériaux solides transportés par les rivières sont le produit de la désagrégation météorique. Mais, celle-ci s'arrêtant d'elle-même quand le déblaiement des débris par les cours d'eau se ralentit, reprenant au contraire dès qu'il s'accélère, on voit que, en définitive, c'est l'activité propre des cours d'eau qui règle toute la dénudation mécanique en pays de régime normal ¹.

On peut donc dire que l'indice de dénudation mécanique caractérise plutôt l'activité propre des cours d'eau, laquelle est sujette à des variations extrêmes dans le temps et dans l'espace, tandis que l'indice de dénudation chimique exprime à sa manière les rapports complexes, mais stables et définis, qui unissent, dans toute l'étendue du bassin, le sol, le climat et la vie.

Dénudation mécanique (fig. 2). — Sous les réserves présentées plus haut, les variations géographiques de l'indice de dénudation mécanique suggèrent des observations intéressantes.

Les rivières sud-appalachiennes, affluents de gauche de l'Ohio et cours d'eau du versant atlantique à partir du Potomac, forment un groupe homogène. Les valeurs sont élevées, en général, variant entre 31 et 136 t. par kilomètre carré et par an², et ordinairement entre 60 et 120. La région est de celles qui, ayant échappé aux invasions glaciaires, ont poursuivi paisiblement leur évolution depuis une époque reculée : les terrains, profondément décomposés, offrent une proie facile aux eaux courantes ; les précipitations abondantes, la pente forte dans les parties hautes, le drainage bien organisé et généralement parvenu à la maturité assurent un optimum, pourrait-on dire, pour l'évacuation des matériaux meubles. — Sur la rive droite de l'Ohio, à l'Est du Missouri et au Sud des Grands Lacs, les chiffres sont notablement moins élevés (extrêmes : 10 et 136 ; valeurs

1. Par opposition aux pays arides, où les actions éoliennes deviennent prépondérantes.

2. Le Cape Fear R. présente une valeur exceptionnellement basse (9), s'expliquant par la pente faible et l'alimentation réduite dans la traversée de la plaine côtière.

moyennes : entre 15 et 30). Ce n'est pas que la matière fasse défaut, car les nappes de *drift* épais la fournissent en abondance, et les rivières ne sont pas moins chargées que celles de la région sud-appalachienne; mais, leur débit étant moindre, leur action est moindre aussi. — Au Nord de cette zone, la région glaciaire interne, qui s'étend du haut Mississipi au Maine par le Minnesota, le Nord du Wisconsin et l'intérieur du bouclier canadien, offre des chiffres exceptionnellement bas (extrêmes: 1,8 et 4,1); les rivières sont pourtant bien alimentées, mais les sols sont minces et souvent grossiers, et, le drainage ayant été désorganisé par les invasions glaciaires, les lacs innombrables sont autant de bassins de sédimentation d'où les rivières sortent limpides. La dénudation mécanique ne fonctionnera de nouveau régulièrement que lorsque les rivières auront régularisé leurs profils, et que les sols se seront reconstitués.

Dans la région aride et sub-aride à l'Est des Montagnes Rocheuses, la carte indique des chiffres assez bas (8,1 à 61). Et cependant la pente est forte, et les terrains de remblayage fluvial, peu consolidés et mal protégés par la végétation contre l'attaque des agents météoriques, fournissent une matière abondante, surabondante même à l'activité des cours d'eau : les rivières des Grandes Plaines sont connues pour leurs eaux boueuses (turbidité en millièmes : Arkansas à Arkansas City, 1736; Brazos à Waco, 1188, etc.); mais la pauvreté du débit fait qu'elles restent au-dessous de leur tâche et qu'elles divaguent au milieu de leurs propres apports. Elles ne se raniment qu'en atteignant la région humide. Le Rio Grande seul, en amont de El Paso, fait exception : la turbidité extraordinaire de ses eaux (14410 millièmes) élève l'indice jusqu'à 163 t. par kilomètre carré. Il en est de même du Colorado de l'Ouest (turbidité à Yuma : 14130; indice : 181). Il faut remarquer, d'ailleurs, que, dans l'un et l'autre cas, les sédiments ne proviennent pas également de toute l'étendue du bassin, mais que la plus grande partie en est empruntée à des dépressions remblayées par l'action combinée des eaux courantes, du vent et du ruissellement en nappe (*sheet wash*). — A l'Ouest des Rocheuses, les conditions sont évidemment complexes et sujettes à de grandes variations locales; mais les chiffres sont trop rares pour qu'on puisse s'en faire une idée précise. On peut inférer seulement que, dans les parties les plus arides, la désagrégation météorique très active produit une masse énorme de débris, dont la plus grande partie devient la proie du vent : les cours d'eau ne jouent plus qu'un rôle subordonné comme agents de transport¹.

Nous n'avons rien dit encore des grandes rivières composites,

1. Pour les fleuves côtiers de la Californie méridionale, l'indice varie de 1,1 à 19 (43 pour la Santa Maria).

Missouri, Mississipi, Ohio. Elles présentent toutes trois un caractère commun : leurs indices de dénudation mécanique sont beaucoup plus élevés que ceux des branches composantes ou des affluents : en d'autres termes, le Mississipi en aval de Memphis, et probablement déjà en aval de Cairo (embouchure de l'Ohio), l'Ohio en aval de Cincinnati, et peut-être aussi beaucoup plus haut, et le Missouri sur la plus grande partie de son cours érodent leur lit. Ce phénomène, au moins dans le cas d'une rivière puissante et ancienne comme le bas Mississipi, serait inexplicable si l'on ne se rappelait que le Missouri et l'Ohio marquent la limite générale du glacier quaternaire, qu'ils ont recueilli la majeure partie des eaux de fonte, et que le Mississipi les conduisait jusqu'au Golfe. Comme tous les cours d'eau glaciaires, ces trois rivières, certainement puissantes, mais surchargées de sédiments, ont alluvionné, « aggradé » leur lit. Les rivières actuelles ont hérité de l'époque glaciaire un passif qu'elles sont occupées à éteindre.

Les bassins hydrographiques des États-Unis se groupent donc autour de quelques types généraux, définis par le rapport qui existe entre l'activité de la désagrégation météorique et la capacité de transport des cours d'eau. Le type normal, pourrait-on dire, est réalisé approximativement dans la région sud-appalachienne, et peut-être aussi dans la région humide à l'Ouest du bas Mississipi : la désagrégation et le déblaiement vont sensiblement de pair, les matériaux meubles se renouvellent à mesure qu'ils sont enlevés. Dans les régions arides et subarides, les débris sont surabondants, les rivières sont « incompetentes ». Le cas inverse d'une rivière qui, disposant d'un surplus d'énergie inutilisé par le transport des sédiments, l'emploie à éroder son lit, n'est pas représenté clairement sur la carte (fig. 2), sauf peut-être par le cours supérieur du Grand River (affluent du Colorado); il est pourtant normal dans les régions de relief moyen rajeuni récemment. On a vu que l'épisode glaciaire avait troublé profondément le progrès de la dénudation mécanique, dans les régions directement affectées et même en dehors : l'indice est fortement réduit dans la zone interne et notablement accru dans la zone périphérique et sur le trajet des émissaires. Nous allons retrouver ces mêmes contrastes en étudiant la dénudation chimique.

Dénudation chimique. — La détermination de l'indice de dénudation chimique repose, comme on l'a vu, sur la mesure de l'écoulement fluvial d'une part, de la salinité des eaux de l'autre. Nous donnons une carte de la salinité moyenne (fig. 4). Elle accuse un minimum dans la région cristalline de la zone appalachienne qui regarde l'Atlantique et laisse deviner un autre minimum moins prononcé à l'intérieur du bouclier canadien. Les valeurs se relèvent nettement dans la région de calcaires du Kentucky et beaucoup plus

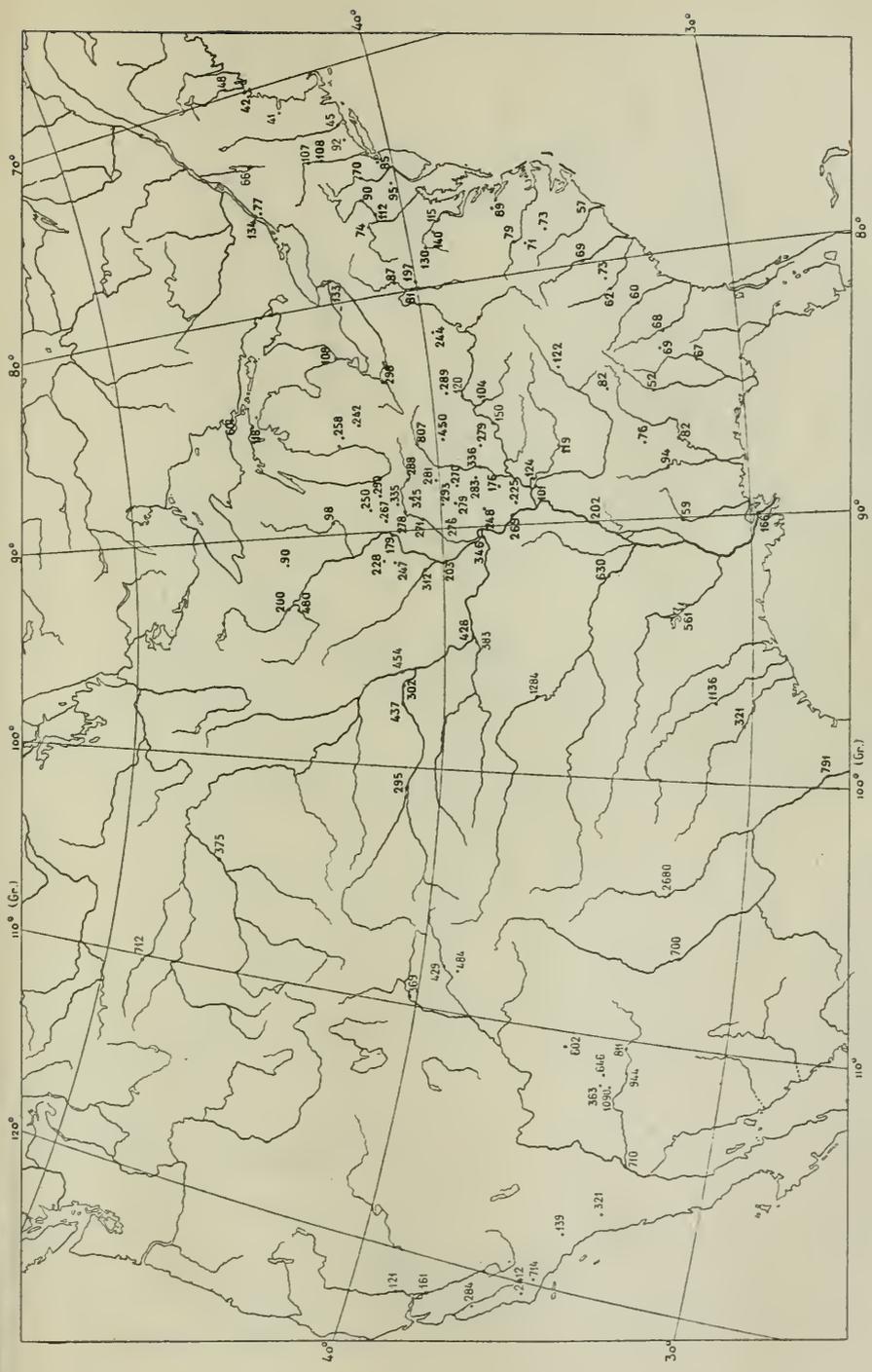


FIG. 4. — Salinité moyenne des eaux fluviales (en millionèmes) aux États-Unis. En caractères gras, les valeurs empruntées au *Water-Supply Paper* 236; en caractères minimes, les valeurs empruntées au *Water-Supply Paper* 284.

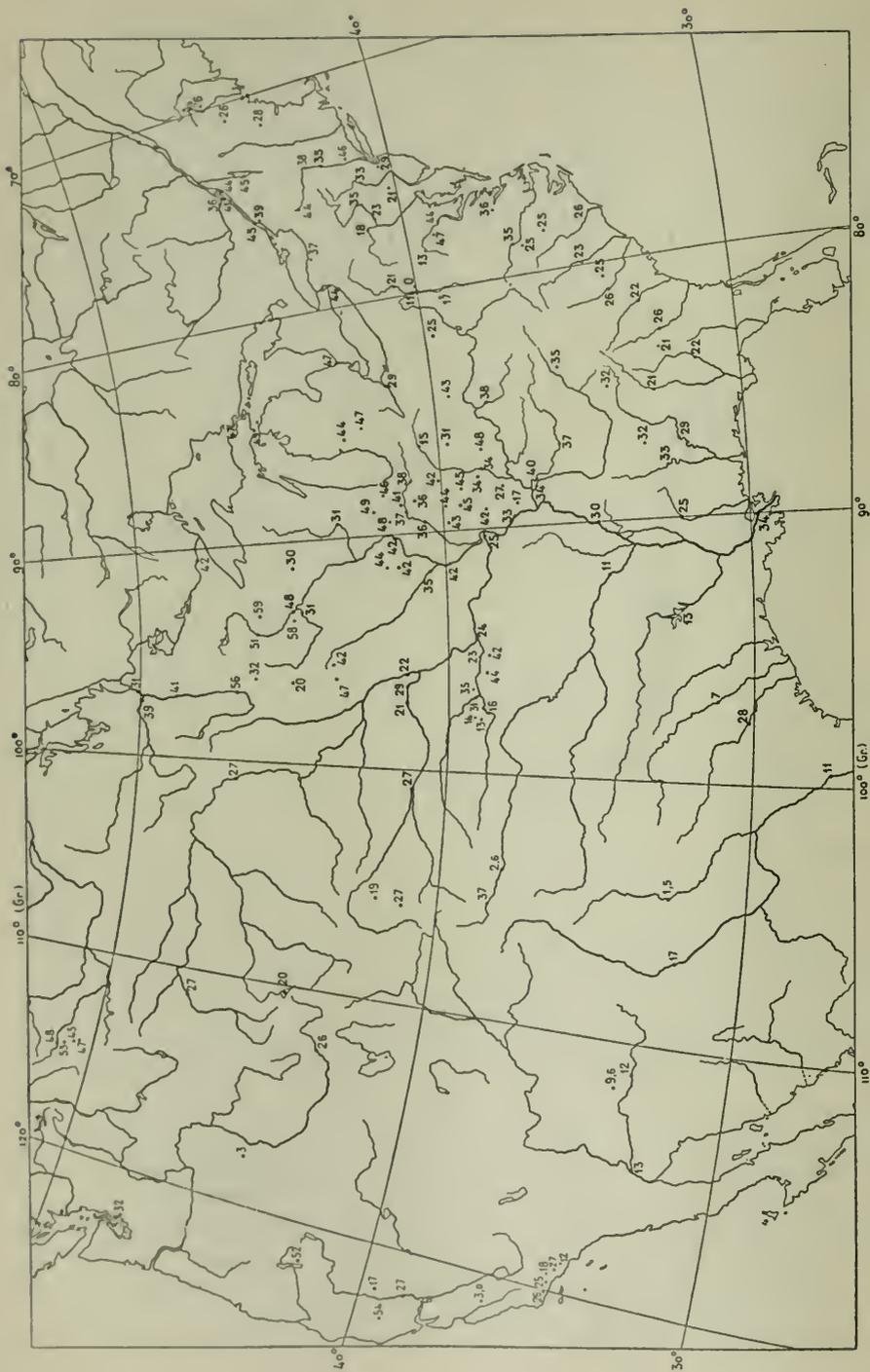


FIG. 5. — Proportion des carbonates dans les eaux fluviales, aux États-Unis, en 1906-1907 (en centèmes de la salinité totale).
 En caractères gras, les valeurs empruntées au *Water-Supply Paper 286*; en caractères filiformes, les valeurs fournies, pour les États-Unis et le Canada, par F. W. CLARKE (*The Data of Geochemistry*, p. 60 et suiv.).

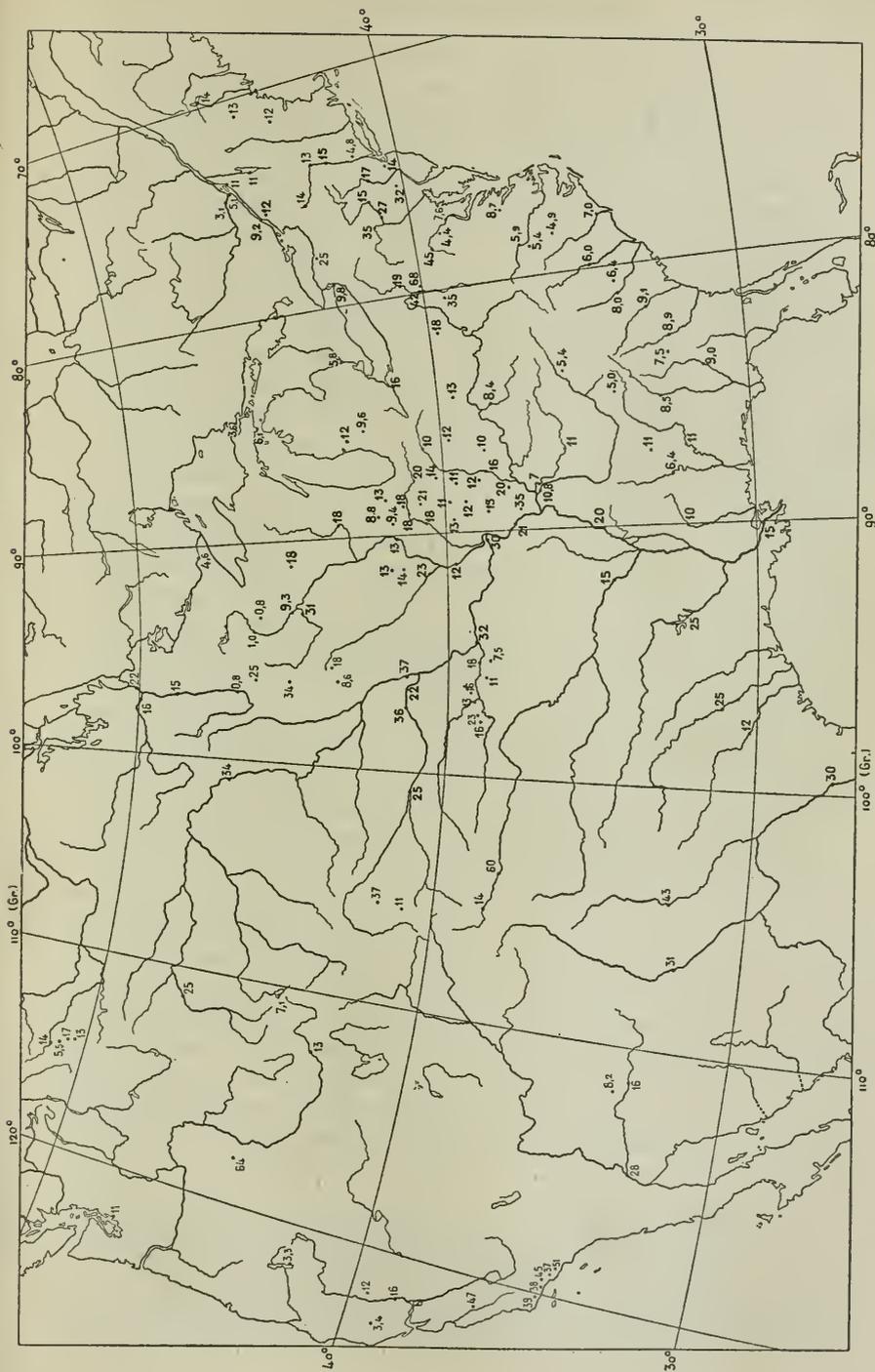


Fig. 6. — Proportion des sulfates dans les eaux fluviales, aux États-Unis, en 1906-1907 (en centièmes de la salinité totale).
Même observation que pour la fig. 5.

encore au Nord-Ouest de l'Ohio. Elles sont encore plus élevées, comme on devait s'y attendre, dans la région aride; le maximum absolu correspond aux oueds de l'intérieur du Grand Bassin.

La carte de la dénudation chimique (fig. 3) révèle des affinités et des contrastes analogues, mais les variations y sont de moindre amplitude et parfois de sens contraire. Les rivières du Piedmont appalachien présentent des indices uniformément bas et très concordants (extrêmes : 32 et 45). Les sols de cette région offrent au plus haut degré le caractère des sols résiduels des climats humides¹ : pendant le temps très long qu'ils ont subi l'action des eaux d'infiltration, ils se sont appauvris en éléments solubles. Ce qui est vrai de la zone cristalline du Piedmont l'est à plus forte raison de la plaine côtière, dont les terrains, en grande partie détritiques, sont encore plus délavés que les terrains cristallins dont ils dérivent (Cape Fear River : 27). L'indice se relève, au contraire, dès qu'on pénètre, au Nord-Est et au Sud-Ouest, dans la zone sédimentaire plissée (Potomac et Shenandoah, Alabama), plus encore dans la région de plateaux karstiques du Kentucky; tout cela s'explique facilement. Plus inattendues sont les valeurs très élevées que présente la zone glaciaire périphérique : c'est qu'ici les sols très épais, constitués en grande partie aux dépens de la bordure sédimentaire (grès, schistes et calcaires) du bouclier, se composent de matériaux désagrégés mécaniquement, riches encore en éléments solubles². En somme, l'intensité de la dénudation chimique s'explique, comme la richesse des terres à blé de la région, comme la fertilité des sols des pays arides quand ils sont irrigués, par l'abondance des matières solubles et l'abondance de l'eau. Les rivières comprises entre le Mississipi et le Missouri, Des Moines, Iowa, Cedar, Rivière Rouge du Nord, appartiennent géologiquement au même groupe; mais la sécheresse croissante du climat vers l'Ouest et le Nord-Ouest limite l'efficacité de l'érosion chimique. A l'intérieur du bouclier canadien, cristallin et dénudé, l'indice s'abaisse au voisinage de 50. On remarquera que sa valeur croît du lac Supérieur, dont le bassin est entièrement compris dans la zone interne, aux lacs Érié et Ontario (72 et 56), dont les bassins sont situés dans la bordure sédimentaire. En Nouvelle-Angleterre, l'indice est généralement inférieur à 40; les exceptions (Merri-mac, 64; Housatonic, 76) s'expliquent probablement par la pollution due aux eaux industrielles.

1. Le contraste radical des sols en place dans les régions humides et dans les régions arides est exposé d'une manière concluante par E. W. HILGARD dans son ouvrage fondamental : *Soils... in the humid and arid regions*, New York, 1906 (voir A. WOEIKOF, *Annales de Géographie*, XVI, 1907, p. 385-398).

2. Les sols glaciaires, quand ils ne sont pas trop argileux, ressemblent beaucoup, par leur constitution, aux sols des régions arides. (F. W. CLARKE, *The Data of Geochemistry*, dans U. S. GEOLOGICAL SURVEY, *Bulletin* 330, p. 430 et suiv.)

Dans la région aride à l'Ouest du 100^e méridien, l'indice s'abaisse aux environs de 20 et, dans les parties les plus sèches, au-dessous de 10 (Milk River, près de la frontière canadienne: 9,3). Le facteur essentiel est ici la sécheresse du climat, car les sols abondent en matières solubles, et les eaux fluviales présentent une salinité élevée. Il en est de même dans tout l'Ouest aride, avec cette exception, toutefois, que, dans les parties de la Californie et de l'Arizona où l'irrigation est pratiquée d'une manière intensive, les eaux, diffusées lentement dans le sol, prises et reprises plusieurs fois par les machines élévatoires, finissent par se minéraliser au point de devenir parfois impropres même à l'arrosage : l'indice se rapproche alors du maximum pour les États-Unis¹.

Si l'on considère maintenant, non plus l'intensité de la dénudation chimique, mais la composition des eaux fluviales, les mêmes affinités et les mêmes contrastes se laissent reconnaître. Les éléments les plus caractéristiques sont les carbonates et les sulfates (fig. 5-6)². On sait que les monocarbonates, forme normale des calcaires, ne sont guère solubles que dans une eau chargée d'acide carbonique; les sulfates, au contraire, sont plus ou moins solubles dans l'eau pure. D'autre part, l'existence des carbonates dissous est constamment menacée par les sulfates, dont l'acide plus énergique tend à déplacer l'acide carbonique. Les carbonates ne seront donc évacués qu'autant que les eaux souterraines contiendront un excès d'acide carbonique continuellement renouvelé. Les deux sources principales d'acide carbonique sont l'atmosphère et la décomposition des matières végétales; la cause principale qui en favorise le dégagement est l'élévation de température. Nous devons donc nous attendre à ce que les carbonates dominent dans les climats humides et soient particulièrement abondants dans les climats frais. Les sulfates domineront, au contraire, dans les climats arides. La différence des eaux est aussi radicale que celle des sols. Elle apparaît nettement à l'inspection des cartes. Contentons-nous d'attirer l'attention sur les faits les plus significatifs. La proportion des carbonates, assez faible dans le Piedmont appalachien, augmente assez régulièrement vers le Nord, pour atteindre un maximum à l'approche des Grands Lacs. Il est à remarquer que ce maximum ne se produit pas dans la région des calcaires du Kentucky, ce qui montre bien que c'est le climat, et non la nature des terrains, qui est ici le facteur essentiel. Les chiffres élevés pour le versant oriental des Rocheuses et pour les montagnes Pacifiques au Nord de 39° s'ex-

1. Pour les fleuves de la Californie méridionale, l'indice varie de 20 à 136.

2. Il est commode et rationnel de présenter les résultats des analyses non pas sous forme de composés hypothétiques, mais sous forme de radicaux, — corps simples ou acides. C'est la méthode suivie dans les publications du Geological Survey. Les carbonates sont donc représentés par le radical CO^2 et les sulfates par le radical SO^2 .

MIAMI À DAYTON

6345 Km²

ALABAMA À SELMA

39900 Km²

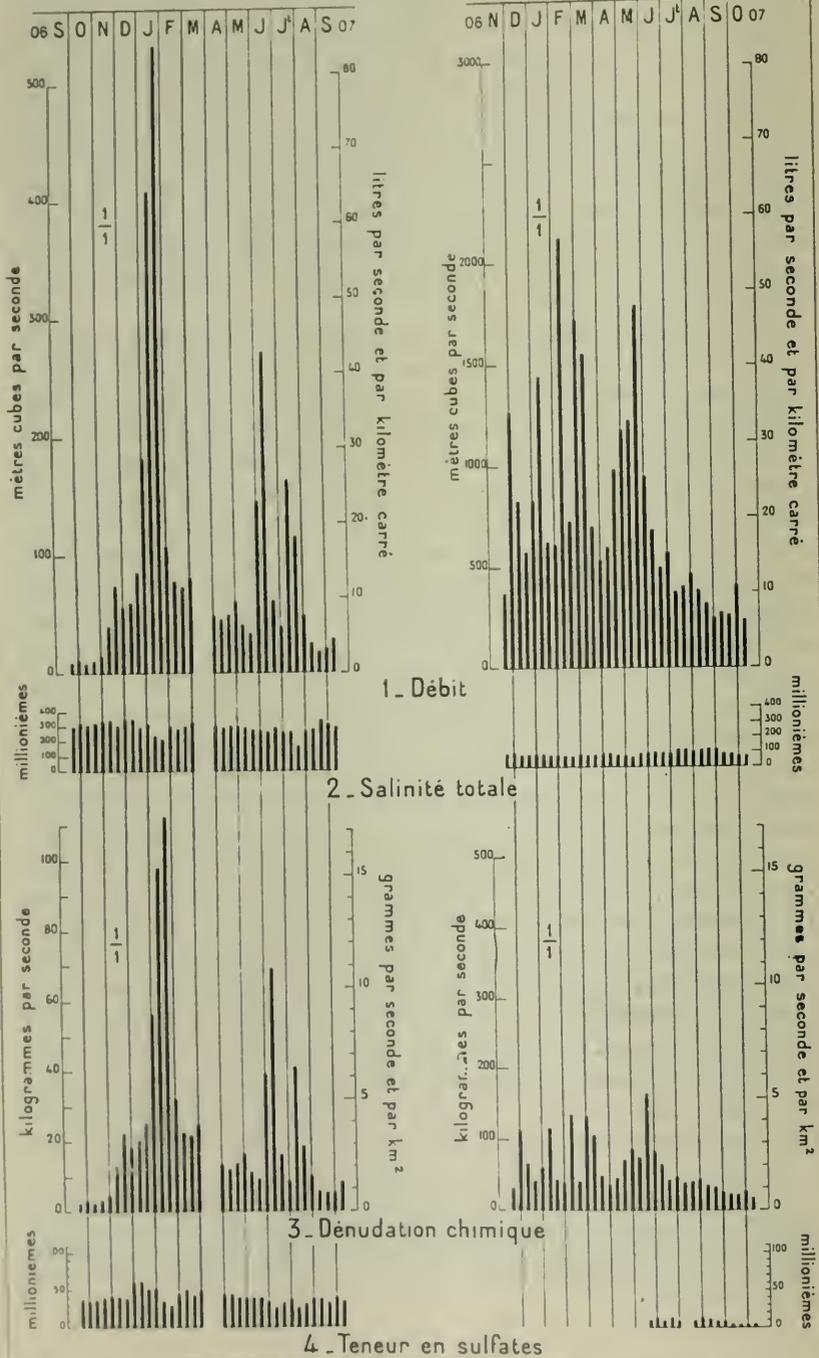


FIG. 8. — Variations des facteurs de la dénudation chimique en 1906-1907.

CEDAR R. À CEDAR RAPIDS

16368 Km²

COLORADO (DU TEXAS) À AUSTIN

90 600 Km²

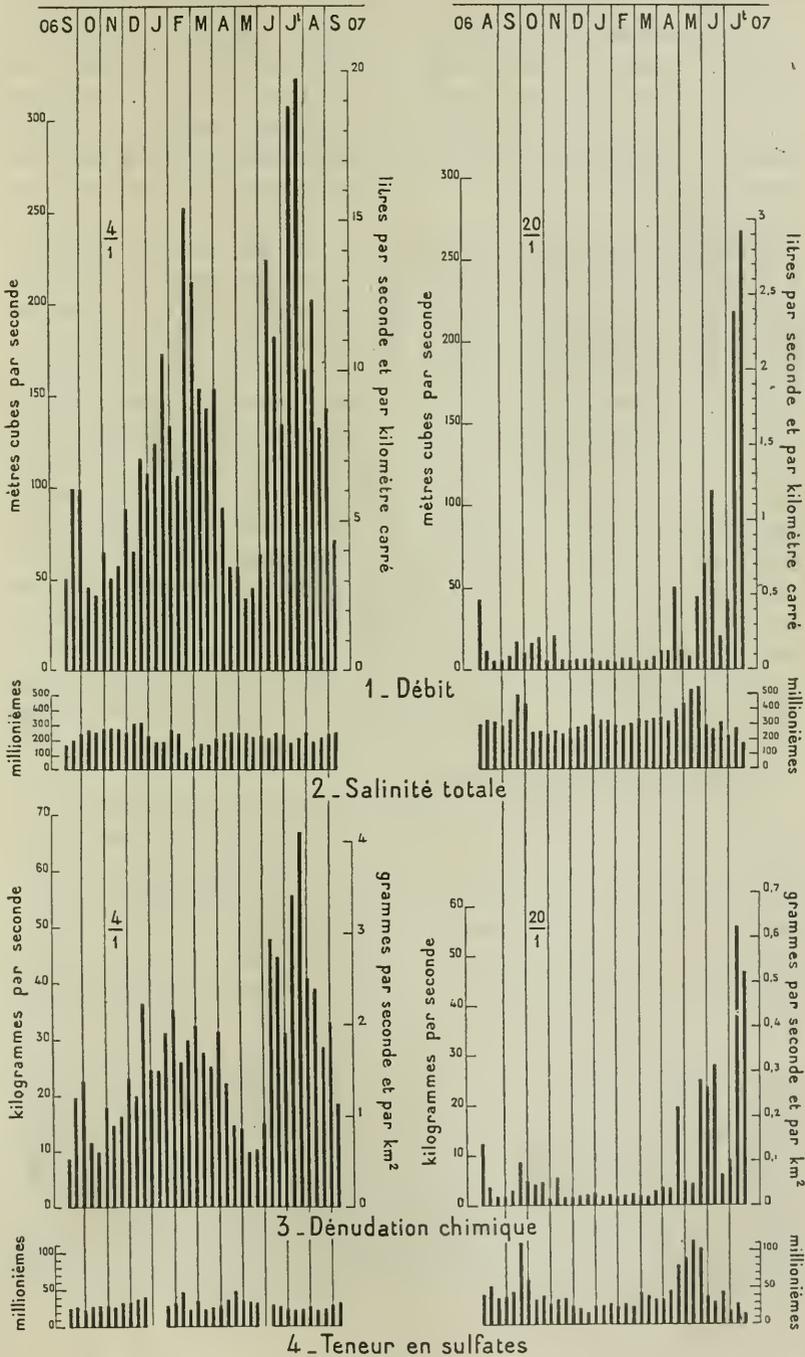


Fig. 9. — Variations des facteurs de la dénudation chimique en 1906-1907.

pliquent d'une manière satisfaisante par des considérations analogues. Les chiffres relatifs à la rivière Kansas et à ses affluents manifestent un enrichissement en carbonates au passage de la région aride à la région humide. On ferait des observations inverses à propos des sulfates : les deux cartes sont presque complémentaires l'une de l'autre. Toutefois, les minima sont plus significatifs que les maxima, car ceux-ci peuvent être dus, dans l'Est, à la pollution par les eaux d'usines chargées d'acide sulfurique : c'est le cas, en particulier, dans l'Ouest de la Pennsylvanie.

Les mêmes causes que révèle la comparaison de rivières différentes apparaissent non moins clairement, pour une même rivière, dès qu'on rapproche les variations de son débit et celles de son activité chimique. Les graphiques (fig. 7-8)¹, relatifs à quatre rivières d'importance inégale choisies dans la zone du *drift* à l'Est du Mississippi (Miami), dans la région sud-appalachienne (Alabama), dans la zone du *drift* à l'Ouest du Mississippi (Cedar River) et enfin dans la région subaride (Colorado du Texas) montrent : que les périodes de basses eaux sont accompagnées d'une augmentation de la salinité et de la teneur en sulfates et d'un ralentissement de la dénudation chimique ; — que les premiers jours d'une grande crue succédant à une longue sécheresse sont marqués par l'évacuation des matières lentement dissoutes par les eaux souterraines ; — que, en d'autres termes, la courbe de la dénudation chimique (définie par le transport des matériaux dissous) se modèle sur la courbe des débits, tandis que la salinité et la teneur en sulfates présentent des variations inverses. C'est à peu près comme si, au début des grandes crues, le bassin tout entier passait d'un climat plus sec à un climat plus humide.

Le rythme des saisons a, en effet, quelque ressemblance avec les variations séculaires du climat. De même qu'un mouvement de surrection affectant une région parvenue à la maturité topographique détermine un déblaiement rapide de matériaux désagrégés et la formation de roches détritiques au large des côtes, de même le passage d'un climat aride à un climat humide est peut-être marqué, pour un temps, par une dénudation chimique intense et par la formation au fond des mers de roches nouvelles par voie de précipitation. Mais

1. Les graphiques présentent, par périodes de dix jours, les variations simultanées du débit (en mètres cubes par seconde), de la salinité (en millièmes), de la dénudation chimique (en kilogrammes par seconde) et de la teneur en sulfates (en millièmes). Pour rendre comparables des rivières d'importance très inégale, on a ramené les débits et la dénudation chimique à l'unité de surface (litres par seconde et par kilomètre carré ; grammes par seconde et par kilomètre carré). Il eût été désirable d'adopter la même échelle pour les quatre graphiques : c'est ce qu'on a fait pour les deux premiers ; mais, dans l'intérêt de la clarté, on a dû amplifier le troisième et le quatrième dans des proportions indiquées par les fractions 4 : 1 et 20 : 1. Les variations de la salinité et de la teneur en sulfates sont représentées à la même échelle dans les quatre graphiques.

la vérification de cette hypothèse nous entrainerait au delà des limites d'une étude qui doit rester purement géographique.

Rapprochons donc, pour conclure, les cartes de la dénudation mécanique et de la dénudation chimique, et résumons les faits essentiels qui ressortent de cette comparaison. La distinction fondamentale est toujours celle des régions arides et subarides, où la dénudation chimique est peu active, et des régions mieux arrosées, où elle acquiert une importance égale ou supérieure à celle de la dénudation mécanique. A prendre les choses en gros, la dénudation mécanique domine à l'Ouest, et la dénudation chimique à l'Est d'une ligne qui, passant dans le Nord à égale distance du Missouri et du Mississipi, suit de plus ou moins près le 97° méridien, pour s'infléchir à l'Ouest dans la traversée du Texas. Les exceptions s'expliquent aisément par l'une des considérations présentées plus haut. Dans la région humide, lorsque la pente est modérée, il semble que les deux formes de dénudation se fassent sensiblement équilibre : c'est ce que montrent les chiffres relatifs aux tributaires du Golfe, à partir du Colorado du Texas. Les rivières sud-appalachiennes présentent des variations qui s'expliquent assez bien par la longueur inégale de leurs cours dans la montagne, dans le Piedmont et dans la plaine côtière : dans la montagne, la dénudation mécanique l'emporte; dans la plaine côtière, elle est subordonnée. On remarquera que les affluents de gauche de l'Ohio, lesquels forment un groupe très homogène, transportent sensiblement plus de sédiments que de matières en dissolution : c'est que, sans doute, les conditions de pente masquent les effets de la constitution géologique. — Au Nord de l'Ohio et jusqu'en Nouvelle-Angleterre, la dénudation chimique, pour les raisons qui ont été dites, devient prépondérante : dans la zone glaciaire périphérique, à cause de son intensité anormale; dans la zone glaciaire interne, à cause de la faiblesse anormale de la dénudation mécanique.

Il semble, en somme, que, *sous les climats moyens, les deux formes de la dénudation continentale ont une importance sensiblement égale, avec une légère prépondérance de la dénudation chimique. Mais cet état d'équilibre peut être altéré par des mouvements de l'écorce, par des variations séculaires du climat, et surtout par un événement aussi gros de conséquences que la glaciation quaternaire*¹.

HENRI BAULIG.

1. Ce travail, entrepris à l'aide du mémoire de R. B. DOLE et H. STABLER, d'analyses recueillies par F. W. CLARKE dans les *Data of Geochemistry*, était très avancé lorsque nous avons reçu le *Water-Supply Paper 236*; le résultat des analyses systématiques nous a permis d'étendre et d'asseoir plus solidement nos conclusions. L'auteur, M^r DOLE, y annonce (p. 6) une deuxième partie, où il discutera les analyses « au point de vue du débit, du climat, du revêtement forestier, du milieu géologique, de la pollution, etc. ». Nous tâcherons de rendre compte de ses conclusions, dans la mesure où elles compléteront ou contrediront les nôtres.

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE

SIXIÈME EXCURSION GÉOGRAPHIQUE INTERUNIVERSITAIRE

(ALPES OCCIDENTALES, 1910)

(PHOTOGRAPHIES, PL. XVIII-XXIV).

L'excursion interuniversitaire a eu lieu cette année, du 1^{er} au 7 juin, dans les Alpes Occidentales. Pour ce premier contact avec les Alpes, on a voulu donner aux étudiants une impression d'ensemble de la chaîne, la leur faire traverser de part en part, du Rhône à Suse, et leur laisser le souvenir d'une coupe complète à travers l'avant-pays molassique, les Préalpes calcaires, la grande dépression subalpine, les massifs centraux, les zones du Briançonnais et du Piémont. Nous voudrions donner ici un aperçu des régions traversées.

1^{re} journée. Le Bas Dauphiné. — De Saint-Rambert-d'Albon à Moirans, la caravane a parcouru, le 1^{er} juin, l'avant-pays alpin et s'est surtout attachée à l'étude des phénomènes glaciaires et fluvio-glaciaires qui donnent à la région son aspect particulier.

Au Content-Beaufort, où elle débarque du chemin de fer, l'excursion se trouve dans une large vallée fluvio-glaciaire, étendue de l'Ouest à l'Est et complètement privée d'eau aujourd'hui : c'est la Bièvre, vaste plaine de cailloux roulés, fermée à l'Est par les rangées de moraines que la caravane traversera l'après-midi. Avant de nous élever au-dessus de ses bords pour nous rendre compte de sa situation dans l'ensemble de la région, nous constatons, dans la vallée même, vers l'aval, un curieux phénomène. Absolument sèche à l'amont, la Bièvre devient brusquement humide; les eaux sourdent à travers les cailloux, des ruisseaux d'eau vive se forment, et bientôt de vraies rivières, bordées de prés, ombragées de peupliers et de saules. De ces eaux, les unes sortent du rebord de la vallée, les autres naissent au milieu de la dépression. Deux hypothèses se présentent pour expliquer cette apparition : la première, c'est que la roche en place, imperméable, la Molasse, venant affleurer en cet endroit, y provoque la venue au jour du niveau aquifère; la seconde, valable surtout pour les eaux apparues au milieu de la vallée, c'est que le niveau

piézométrique des eaux souterraines de la Bièvre se trouve ramené à la surface par suite d'une différence d'inclinaison entre la nappe des cailloux de la Bièvre et le plafond de la vallée. En effet, cette nappe n'est qu'un immense cône de déjections fluvio-glaciaire, déposé dans une vallée creusée antérieurement : il n'est donc pas étonnant que la pente de sa surface soit supérieure à celle du plafond de la vallée dans laquelle il s'est accumulé. D'où la réapparition des eaux engouffrées en amont.

De Saint-Barthélemy-de-Beaurepaire à Pommiers, nous apercevons successivement tous les caractères de cette région du Bas Dauphiné, si fortement marquée par les influences glaciaires. Au Sud, barrant l'horizon, l'interminable profil d'un plan incliné, descendant régulièrement vers l'Ouest ; c'est un fragment du plateau miocène, dont les sédiments furent plissés avec les derniers mouvements alpins, puis réduits à l'état de pénéplaine, sur laquelle se déposèrent les cailloutis pliocènes dont l'altération profonde donne le sol glaiseux, froid et infertile, de Chambaran et de Bonnevaux. A travers cette surface aplanie, s'enfoncèrent plus tard des vallées, dans lesquelles débordèrent les glaciers alpins. Il est infiniment probable que l'ancêtre de l'Isère, débouchant des montagnes sur cette sorte de vaste cône de déjections, s'y divisa en deux bras : l'un est devenu la basse Isère ; l'autre est disparu après avoir creusé la vallée de Bièvre-Valloire.

Au pied de la butte pliocène de Pommiers s'étagent les terrasses indiquant les étapes du creusement et du remplissage alternatifs de la Bièvre-Valloire par les rivières, les glaciers et les eaux fluvio-glaciaires. Sous Pommiers, quelques replats sont peut-être la trace d'une terrasse supérieure (Deckenschotter ancien de M^r Penck). Puis vient, vers la cote 375 (le plateau de Pommiers étant à 493 m.), une large terrasse ancienne (Deckenschotter récent), au sol argileux, peu fertile, avec des étangs et des bois ; elle représenterait le cône fluvio-glaciaire de la glaciation de Mindel. Au-dessous (cote 330), une nouvelle terrasse (« haute terrasse » de A. Penck), qui se rattacherait à la glaciation de Riss ; sol plus fertile, moins compact, plus limoneux. De là on descend directement sur la plaine de Bièvre (cote 275), qui est la « basse terrasse » des auteurs. Mais, sur le flanc Sud de la vallée, en face de Beaurepaire, on observe, entre la haute et la basse terrasse, une « terrasse intermédiaire », ainsi qu'on pourrait l'appeler ; cette terrasse se retrouve, en amont, dans la vallée du Liers, derrière Marcilloles. Comme elle ne se rattache à aucun groupe de moraines, il faut bien admettre qu'elle représente un épisode interglaciaire du creusement de la basse vallée actuelle.

Cette série de terrasses possède des caractères d'anthropogéographie très divers. La basse terrasse, dans sa partie d'amont, est sèche et caillouteuse ; elle a porté, jusqu'au XVIII^e siècle, une grande

forêt de taillis; les cultures y sont encore maigres; elle est peu peuplée; c'est la Bièvre proprement dite. La haute terrasse, limoneuse (loess), est l'emplacement des cultures riches; c'est la région des céréales, des grandes exploitations (grosses fermes); c'est la partie la plus anciennement colonisée. Le Deckenschotter, glaiseux et infertile, a été boisé aussi longtemps que la Bièvre; c'est encore une région peu habitée. En revanche, villages, hameaux et maisons sont nombreux sur les pentes molassiques, recouvertes de produits de ruissellement, qui montent vers le plateau pliocène. Enfin, celui-ci est la partie la plus infertile; sur ses glaises et ses cailloutis de quartzites du Trias, on ne trouve guère que des landes et des forêts médiocres.

Traversant après Pommiers la haute terrasse, nous atteignons, à Faramans, une longue butte qui paraît barrer toute la dépression. Une coupe derrière le village montre des débris morainiques très altérés. Il s'agit donc ici d'une grosse moraine, d'un vallum frontal très net, qui se dédouble au Sud en plusieurs ondulations et, au delà de l'échancrure de la basse terrasse, se poursuit par les villages de Beaufort et Thodore vers le rebord méridional de la vallée. Cette moraine n'est pas précédée d'un cône de transition fluvio-glaciaire; elle paraît simplement posée sur la haute terrasse; et, en effet, derrière le village de Faramans, on retrouve en amont la continuation de la terrasse. Ainsi cette moraine, quoique ancienne (comme le prouve l'altération de ses matériaux), est plus récente que la haute terrasse sur laquelle elle repose; d'autre part, elle est antérieure à l'établissement de la basse terrasse qui la traverse. Il faut admettre qu'un glacier, peut-être celui dont les moraines, en amont, commandaient la haute terrasse, s'est avancé rapidement à la surface de cette terrasse, et, dans un stationnement bref, a déposé les matériaux de la moraine de Faramans. En gagnant la Côte-Saint-André, nous observons d'autres traces du passage de cette langue glaciaire, par exemple un drumlin typique allongé sur la haute terrasse, près de la Côte. Mais jusqu'ici nous ignorons l'âge exact de la moraine de Faramans.

De la Côte au Grand-Lemps, nous avons d'autres témoignages de l'existence de cet ancien glacier. Sur la haute terrasse, qui se continue de la Côte vers la Frette, est posée une nouvelle moraine, parallèle cette fois aux bords de la vallée; il est probable qu'il s'agit là d'une moraine latérale du glacier de Faramans, qui, dans sa déerue, non seulement avait reculé, mais encore s'était rétréci jusqu'à abandonner le rebord septentrional de la vallée; c'est donc une moraine d'une phase de rétrécissement. Mais Faramans, comme la Frette, ne sont que des épisodes postérieurs à l'établissement de la haute terrasse, et sur les glaciers de la haute terrasse elle-même nous ne connaissons rien. D'ailleurs, cette haute terrasse, voici qu'elle se termine à la Frette, où elle se raccorde avec la basse. Ce fait bizarre est en corrélation avec

cet autre que la différence d'altitude entre les terrasses paraît augmenter régulièrement vers l'aval. Ainsi il ne s'agit pas ici de terrasses ordinaires, tendant à se raccorder vers l'aval, mais de cônes fluvio-glaciaires, occupant des vallées préalablement creusées et pouvant atteindre, à l'amont, des hauteurs équivalentes.

A défaut des moraines de la haute terrasse, nous pouvons examiner en détail celles sur lesquelles s'appuie la basse terrasse, du Grand-Lemps à Moirans. Quittant le cône de déjections amassé, au débouché de la cluse du Grand-Lemps, par des eaux de fonte du glacier du Rhône, nous atteignons, à 2 km. du village, une première moraine, qui n'est plus ici qu'un mince rebord de la nappe subordonnée de la Bièvre; à coup sûr elle a été nivelée, aplatie, surtout sur ses bords Nord et Sud, par les eaux de fonte du glacier en recul. Cependant, la différence d'altitude est encore visible entre l'aval élevé (la nappe subordonnée) et l'amont déprimé (la cuvette terminale).

De là jusqu'à Rives se présentent cinq vallums mieux conservés (pl. XVIII, A), largement espacés, les plus extérieurs (ceux d'aval) ayant toujours leurs extrémités Nord et Sud aplaties, ce qui prouve que le passage des eaux de fonte se faisait par les deux bords de la vallée. Les uns sont le produit d'un stationnement prolongé, les autres d'un arrêt bref, comme le montre, dans ce cas, la symétrie des pentes. En tous cas, ces six premiers vallums forment bien un stade à part, caractérisé par ses moraines espacées, par ses altitudes élevées et surtout par le fait que le dépôt de ces moraines de retrait a été la dernière manifestation des glaciers dans la vallée de Bièvre. En effet, les derniers vallums de la série ne sont plus aplaties sur leurs flancs; après leur dépôt, il n'est plus passé d'eau de fonte par-dessus leurs croupes, dans cette direction.

En arrière des moraines de ce premier stade, qu'on peut appeler stade de Rives, se présentent les vallums de trois autres stades, ceux de Charnècles, de Voiron et de Moirans (pl. XVIII, B). Les moraines y sont de moins en moins nombreuses et de plus en plus serrées; ce ne sont plus guère, en réalité, des moraines frontales, mais des moraines latérales d'un glacier qui s'écoulait vers la basse Isère. Les eaux de fonte, après avoir formé une étroite nappe subordonnée, s'écoulaient latéralement, en avant des moraines, et cet emplacement était utilisé, après le départ du glacier, par les cours d'eau descendus des hauteurs du Bas Dauphiné. Tel est le cours de la Fure, tel celui du ravin de la Fauge, ancien collecteur des eaux de Voiron, tel celui de la Morge. Ces rivières, dont le cours est si récent, ont dû en plus, après chaque stade et chaque creusement, raccorder leur profil à celui de l'Isère; les deux premières ont enfoncé leur lit en gorges épigénétiques à travers le Glaciaire jusque dans la Molasse. Ce sont encore des rivières très jeunes, et l'industrie en a profité pour utiliser

leur force motrice ; les vallées de la Fure et de la Morge, avec leurs tissages mécaniques de soie et de lin, leurs établissements métallurgiques, leurs papeteries, sont une rue d'usines, et leurs cours d'eau, étant donné leur faible volume, sont les plus travailleurs de France.

Enfin, au delà du stade de Moirans, réduit à un seul vallum parfois dédoublé, s'ouvre la vallée actuelle de l'Isère. Il existe encore là une terrasse, fluviale et postglaciaire, qui porte le village de Saint-Jean-de-Moirans ; puis c'est le récent cône d'alluvions de la Morge, sur lequel est établie la ville industrielle de Moirans ; au delà, c'est la basse plaine, où l'on voit le dessin sinueux des anciens méandres de l'Isère, supprimés par les endiguements de la fin du XVIII^e siècle.

2^e journée. Les Préalpes calcaires. Chaîne de la Chartreuse. — Fragment des chaînes subalpines entre les cluses de Chambéry et de Grenoble, la Chartreuse est un type de Préalpe calcaire, avec sa tectonique plus simple que celle des Bauges, plus compliquée que celle du Vercors. L'excursion l'a traversée, perpendiculairement aux plis, de Saint-Laurent-du-Pont à Saint-Pancrasse.

Saint-Laurent-du-Pont est établi sur le flanc Est d'un grand synclinal rempli de Molasse, dans lequel s'est creusée une vaste dépression, dont les débouchés furent successivement le col de la Placette au Sud, puis le défilé du Crossey, aujourd'hui vallée morte, enfin la cluse actuelle du Guiers. Ces débouchés ont été parfois oblitérés par des moraines, et la dépression transformée en lac ; la plaine actuelle de Saint-Laurent-du-Pont paraît bien être un ancien fond de lac. C'est dans les eaux de ce lac que venait s'immerger le cône de déjections, à éléments très inclinés, dont la tranche, recoupée plus tard par les eaux du Guiers, domine la ville. Ce cône de déjections, manifestement fluvio-glaciaire, s'appuie à une moraine frontale formée uniquement de débris calcaires, dont le vallum, coupé par la vallée du Guiers, se retrouve de chaque côté, et notamment au village de Provenches. Nous avons donc ici la moraine et le cône de transition d'un glacier local, qui s'avancait jusqu'au bord de la chaîne à une époque où les glaciers alpins ne pénétraient plus dans la Chartreuse. Le Guiers a entaillé moraine, cône et Molasse sous-jacente, donnant ainsi la mesure du déblaiement postglaciaire. Le creusement n'est pas terminé, et l'on a profité des irrégularités du profil pour fournir la force hydraulique aux usines de Fourvoirie.

Suivant, après Saint-Laurent, la route de la Charrette, on voit se relever les assises de Molasse sur le flanc du synclinal. Bientôt on voit succéder à la Molasse et se renverser sur elle les Calcaires valanginiens et tithoniques ; c'est ici le flanc déversé et étiré, réduit à un pli-faille, du premier anticlinal de la Chartreuse. Plus loin au Nord, l'anticlinal tend à devenir normal ; au Sud, vers l'Isère, le pli-

faille s'accroît, mettant le Jurassique supérieur en contact avec la Molasse; c'est le pli-faille de Voreppe. Au delà vers l'Est, on voit plonger normalement les couches vers un synclinal, dont l'évolution du relief a fait une bande élevée. Puis vient un second anticlinal, déversé vers l'Ouest, comme le premier, quoique dans une proportion moindre, et dont le flanc Ouest est encore fortement étiré : c'est le pli-faille du Néron. Nouveau synclinal, contenant un des plus hauts sommets de la chaîne, le Grand Som, auquel des replis secondaires de l'Urgonien donnent son aspect étagé (pl. xix, A). Puis c'est un troisième anticlinal, de rayon beaucoup plus vaste, et dont le flanc occidental n'est plus ni étiré ni couché, de même que le synclinal suivant, qui constitue la grande crête Dent de Crolles-Granier. Ainsi les plis de la Chartreuse sont de plus en plus déjetés et disloqués vers l'Ouest, vers l'extérieur des Alpes, de plus en plus amples et réguliers vers l'Est.

Ces plis sont assez accentués pour que l'érosion ait pu s'exercer sur eux avec intensité. L'inversion de relief est la règle. Les synclinaux forment les lignes de crêtes; les anticlinaux sont creusés en combes. Le drainage s'effectue, non par les synclinaux, aujourd'hui perchés, mais par les combes anticlinales et surtout par des dépressions monoclinales. Les plis sont constitués, en effet, par une succession de couches tendres et de couches dures, dont les unes forment des abrupts, les autres des dépressions ou des replats. Aux Marno-calcaires du Jurassique supérieur, jusqu'où pénètre l'érosion des combes, succèdent les bancs épais et durs du Calcaire tithonique (Portlandien), formant une première ligne d'escarpements. Sur ces abrupts s'appuient les pentes douces que donnent les premières couches crétacées, Marno-calcaires berriasiens, Marnes valanginiennes; c'est, par excellence, un emplacement de dépression monoclinale, que domine une nouvelle crête abrupte, due aux Calcaires valanginiens (Calcaire du Fontanil). Puis vient une nouvelle couche tendre, dans les Marno-calcaires hauteriviens, servant de socle à la couche dure par excellence, celle des Calcaires massifs de l'Urgonien, qui forment les plus longues et les plus hautes falaises des Préalpes, tandis que les Calcaires sénoniens et la Molasse engendrent des formes plus adoucies.

C'est à travers ces bandes de roches si diverses que se poursuit, de Saint-Laurent-du-Pont à Saint-Pierre-de-Chartreuse, la vallée du Guiers; tantôt étranglée au passage des barres qui plongent vers l'Est, tantôt élargie au contact des marnes et des marno-calcaires. Rien ne rappelle plus les formes glaciaires; l'érosion postglaciaire, dans sa lutte contre les roches dures, a ressuscité ici une vallée d'érosion en V aigu. Les sédiments glaciaires ont été entraînés presque partout; il n'en reste des lambeaux que dans les parties de la vallée où les roches tendres donnent des pentes adoucies, que l'érosion régressive

n'a pas encore atteintes; là, et dans les vallées monoclinales affluentes, sont quelques prairies et quelques champs, avec des haberts (chalets) et des édifices d'origine monastique : Cuière, sur les Marnes valanginiennes; le couvent de la Grande-Chartreuse et la Courrière, dans une dépression monoclinale dominée par le synclinal urgonien du Grand Som; les Haberts de Malamille et Vallombrée, sur le Berriasien et le Valanginien, dans la combe de l'anticlinal du Désert. Partout ailleurs, ni habitations, ni cultures, ni prairies; rien qu'une puissante forêt de Hêtres et d'Épicéas, avec un sous-bois épais de Fougères et de Mousses. La vigueur de cette végétation forestière s'explique par la forte tranche de précipitations que reçoit le massif. Directement exposée au premier choc des vents humides du Nord-Ouest, la Grande Chartreuse condense peut-être plus d'humidité que les grandes chaînes alpines situées en arrière. Saint-Nicolas-de-Macherin, en avant de la chaîne et au fond d'une vallée (421 m.), reçoit déjà 1 292 mm. (moyenne de 6 ans). Novalaise, station également extérieure (455 m.), compte, pour 10 années, une moyenne de 1 368 mm.; Saint-Thibaud-de-Couz, toujours sur le rebord occidental (326 m.), reçoit 1 433 mm. (moyenne de 11 ans). Enfin, Saint-Pierre-d'Entremont, la seule vraie station du massif (640 m.), a reçu, en 4 ans, 1 724 mm. Dès lors on peut croire que les parties élevées reçoivent chaque année une tranche de plus de 2 m. Ces pluies sont bien réparties dans l'année : le mois le plus sec, février, reçoit 64 mm. à Saint-Nicolas; le plus arrosé, août, 154. Ainsi les précipitations sont intenses et régulières. D'où le caractère forestier et pastoral du massif.

Le village de Saint-Pierre-de-Chartreuse, type des communes de la chaîne, est établi dans une vaste dépression monoclinale, qui entaille les Marnes valanginiennes du flanc Ouest de l'anticlinal de Perquelin. Exploitation des pâturages et du bois, telle est sa formule économique. La culture des céréales de montagne, seigle et avoine, n'est qu'un accessoire. Les habitations, dispersées en petits hameaux, ont autour d'elles leurs prairies et leurs champs; de plus, les génisses utilisent, en été, du 15 juin au 15 septembre, les alpages de haute montagne, où elles peuvent s'abriter dans les haberts. La vie est simple en Chartreuse : au printemps, les semailles d'avoine et la plantation des pommes de terre; en juillet, les coupes de foin, qu'on entasse dans les granges dont la montagne est parsemée; à la fin d'août, la moisson; au début de septembre, le regain, et, aussitôt les foins finis, on voit les bois dégringoler les pentes. L'hiver, le repos est à peu près complet : rien ne rappelle ici l'activité industrielle du haut Jura.

Après Saint-Pierre, l'excursion traverse la belle combe anticlinale de Perquelin et gagne une nouvelle dépression monoclinale, toujours entaillée dans les Marnes valanginiennes, entre le Tithonique du roc d'Arguille et la crête synclinale d'Urgonien qui forme la Dent

de Crolles. Là se trouve le col des Ayeš (pl. XIX, B), qui donne accès en Grésivaudan. Col de tête, ses flancs présentent une curieuse dissymétrie : la pente est douce du côté de la profonde vallée de l'Isère, qu'on aperçoit à 1 200 m. au-dessous ; elle est raide du côté de Perquelin, où le Guiers n'est pourtant guère qu'à 500 m. sous le col. Mais l'érosion, du côté de l'Isère, est arrêtée dans sa régression par la solide barre tithonique du plateau des Petites Roches ; c'est donc celle-ci qui est le véritable niveau de base des cours d'eau du plateau, tandis que, de l'autre côté, le creusement se transmet, sans trop d'à-coups, de Saint-Laurent-du-Pont jusqu'au col. D'autre part, le Guiers, plus nourri d'humidité, creuse mieux que les faibles torrents qui descendent des pentes de la Dent de Crolles. Le col est le produit de la rencontre de deux érosions différentes ; aussi recule-t-il et s'abaisse-t-il régulièrement vers l'Isère.

Du col, la vue est très belle sur tout un monde de montagnes nouvelles. En face, deux plans de hautes chaînes pointues, dentelées, avec neiges persistantes : les massifs cristallins de Belledonne et des Grandes Rousses. Plus bas, les pentes douces du Lias, qui enrobe la chaîne cristalline. Enfin, une vallée profonde et lumineuse, la grande dépression subalpine du Grésivaudan.

3^e journée. Le Grésivaudan. Grenoble. — Le Grésivaudan, c'est-à-dire la grande dépression longitudinale que suit l'Isère de Grenoble à Montmélian et même à Albertville, a une origine et des formes complexes. C'est une vallée de capture, monoclinale, glaciaire.

D'abord vallée de capture. Les vallées originelles sont les vallées transversales, descendant des hautes Alpes vers l'extérieur, et traversant les chaînes subalpines grâce aux abaissements d'axe des plis : dépression de Faverges, cluse de Chambéry, cluse de Voreppe. A l'endroit où ces vallées s'engageaient dans les couches tendres des schistes du Lias et du Dogger, elles se dilataient, et des affluents subséquents s'enfonçaient rapidement dans cette bande peu résistante. Un affluent du Drac, poussant sa tête vers l'amont, est ainsi venu capturer l'Arc, puis la haute Isère ; et aujourd'hui encore, au Nord d'Albertville, l'Arly gagne vers la haute vallée de l'Arve. Ainsi se trouva formée la grande vallée longitudinale.

Cette dépression est une vallée monoclinale. Elle s'est formée au contact des roches tendres du Lias et des roches dures de Belledonne et s'est déplacée latéralement dans les roches tendres, faisant reculer devant elle les escarpements du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Sans doute, elle n'est pas exactement parallèle aux plis de la Chartreuse, qui viennent se terminer obliquement sur elle : elle coupe successivement le synclinal de la Dent de Crolles, l'anticlinal de Perquelin, le brachysynclinal de Chamechaude, le brachyanti-

clinal de Vence. Aussi l'escarpement calcaire qui se dresse au-dessus de sa rive droite est-il double ou simple : double, lorsqu'il s'agit d'un synclinal, falaise tithonique au-dessous, falaise urgonienne au-dessus ; simple, lorsqu'elle borde un anticlinal, où l'escarpement tithonique seul la domine. Ainsi, lorsque la vallée vient couper l'anticlinal de Perquelin, seul le Tithonique de l'Emeindra se dresse au-dessus d'elle, à 1 500 m. d'altitude : plus loin, lorsqu'elle longe le synclinal de la Dent de Crolles, l'escarpement se décompose en deux parties : d'abord la falaise tithonique, à 1 000 m. d'altitude ; puis la barre urgonienne, à 2 000 ; entre les deux, un replat monoclinal dans les Marnes valanginiennes, appuyé sur le Tithonique, qu'on appelle le plateau des Petites Roches (pl. xx, A), la « petite roche » étant le Tithonique, opposé à la « grande roche » urgonienne. De là se déduit une conséquence importante : le plateau des Petites Roches n'est pas, malgré l'apparence, le fragment d'un ancien fond de la vallée ; il n'est qu'un détail de l'escarpement qui limite à droite la dépression, détail dont l'aspect spécial est dû à la nature tendre des roches qui y affluent entre les banes durs du Tithonique et de l'Urgonien. N'oublions pas, d'ailleurs, qu'il est en état d'évolution constante et qu'il se creuse rapidement partout où l'érosion régressive fait reculer la barre tithonique, qui plonge sous le synclinal de la Dent de Crolles ; que, d'autre part, il n'est pas partout semblable à lui-même. Au Nord, derrière le Touvet, le plongement plus accentué du Tithonique a permis au torrent de Bresson d'éventrer complètement le plateau, et la barre urgonienne se dresse seule au-dessus de la vallée. Au Sud, le long du Vercors, le plongement du Tithonique est également si accentué que le plateau valanginien des Petites Roches y est représenté par une dépression profonde entre la barre tithonique démantelée et la falaise urgonienne. Résumons : le plateau des Petites Roches est dû uniquement aux conditions génétiques de l'escarpement subalpin ; il ne représente pas un stade du creusement de la vallée de l'Isère.

Comment l'action glaciaire a-t-elle façonné les formes de la vallée ainsi fixée ? C'est là le problème le plus difficile, étant donné la dissymétrie des flancs de la dépression, formée d'un côté par les roches tendres du Lias, dominée de l'autre par des bancs de calcaires massifs. D'autre part, nous ignorons l'âge et le nombre des stades glaciaires qui ont occupé la vallée. Il faudra assurément partir du bas, des moraines de la basse Isère, pour arriver à une classification. Actuellement, nous ne voyons dans le Grésivaudan que des indices trop fugitifs et trop dispersés pour nous permettre de reconnaître un certain nombre de vallées emboîtées. Et d'abord, sur la rive droite, il n'y a trace (au moins dans l'état actuel des recherches) d'aucun niveau. De Grenoble à Saint-Ismier, par exemple, la pente est harmonieuse et

continue, depuis le haut de la falaise du Saint-Eynard jusqu'à la plaine d'inondation de l'Isère : au sommet, les escarpements du Tithonique, du Kimméridgien et du Séquanien ; puis la pente s'adoucit avec les Marno-calcaires du Rauracien, devient de plus en plus faible avec les Schistes de l'Oxfordien, en grande partie cachés sous les éboulis tombés du sommet. Rien ne vient troubler la régularité de cette courbe : à Corenc seulement, l'apparition, sur le trajet de l'anticlinal de Vence, des Calcaires noirs du Jurassique moyen détermine l'existence d'un ressaut. Il en est de même en remontant la vallée : du Tithonique des Petites Roches à l'Isère, rien ne vient indiquer un ancien niveau d'érosion, et, comme le plateau des Petites Roches lui-même a une autre origine, on peut conclure que, de Grenoble à Montmélian, aucune trace d'auges emboîtées n'est visible au long de la Chartreuse ¹.

A l'Est, il n'en est pas tout à fait ainsi. Les Schistes noirs du Lias et de l'Aalénien, plus homogènes, ont mieux gardé les traces de l'enfoncement progressif de la vallée. Tout d'abord, à 150 m. environ au-dessus du fond du Grésivaudan, règne un replat assez continu, qu'on peut suivre à Tencin, Brignoud, Domène ; c'est précisément à sa hauteur que débouchent les vallées suspendues descendant de Belledonne. La présence de cailloutis alpins, de quartzites, épars à la surface, est une autre preuve de son importance morphologique. Nous aurions donc là un fond d'auge assez net. Mais au-dessus, les fragments de replats deviennent aussi nombreux que discontinus. Derrière Tencin, on en compte quatre, échelonnés à une centaine de mètres les uns au-dessus des autres, et au-dessus du replat continu ; derrière Brignoud, il y en a davantage encore, jusqu'à la cote 900, et ils sont à des hauteurs différentes de chaque côté de la gorge de Laval ; il faudra une minutieuse étude pour essayer de les raccorder et de leur donner quelque signification. Enfin, au-dessus de 900 m., les pentes s'adouissent ; entre chaque vallée descendant de Belledonne, les crêtes semblent représenter les restes d'un vaste épaulement, d'ailleurs singulièrement bossué et inégal. Ce ne sont encore là que de faibles indices ; une synthèse en est à l'heure actuelle impossible.

Enfin, dans le fond de la vallée, il est possible de déchiffrer la trace des derniers épisodes dont elle a été le théâtre. Il reste sur la rive droite quelques fragments d'une terrasse. Le plus proche

1. Sans doute, il y a du Glaciaire sur le plateau des Petites Roches, du Glaciaire alpin, et qui paraît en assez bon état de conservation (donc assez récent). Cela prouve que les glaciers de la vallée étaient assez épais pour déborder par-dessus la barre tithonique et déposer de la moraine de fond sur le plateau. L'épaisseur des glaciers actuels permet aisément de croire que les glaciers quaternaires étaient assez puissants pour emplir la vallée jusqu'au-dessus de ce rebord.

de Grenoble est celui de Saint-Nazaire, préservé curieusement par le cône de déjections du Manival, qui, s'étant déversé de chaque côté de la terrasse, l'enserme comme dans une pince et a éloigné d'elle les attaques de l'Isère. A la base, cette terrasse est formée d'éléments fluviaux; puis vient une tranche épaisse de cailloux jurassiques, à peine roulés, qui représentent les débris d'un ancien cône de déjections du Manival. Ces débris sont recouverts d'une pellicule morainique, avec blocs erratiques alpins. Ainsi une dernière invasion glaciaire est survenue après une période de comblement. On peut penser que cette dernière avancée n'a pas dépassé Grenoble. En effet, en aval de la ville, les cônes de déjections (la Monta, le Fontanil, Veurey) sont doubles, c'est-à-dire qu'ils sont formés d'un cône jeune imbriqué dans un plus ancien, qui se termine en falaise au-dessus de la vallée, tandis que tous les cônes en amont (Gières, Domène, Lancey, etc.) sont simples. Il est permis de croire que ces cônes simples d'amont sont contemporains des cônes jeunes de l'aval, étant postérieurs au recreusement qui s'est produit dans la terrasse de Saint-Nazaire, et que les cônes anciens de l'aval, au contraire, sont contemporains de cette terrasse; or ils ne portent pas de Glaciaire. La dernière phase glaciaire du Grésivaudan n'a pas dépassé Grenoble.

Étant donné cette complexité d'origine, la vallée offre aux cultures et à l'habitat une variété de conditions qui font sa richesse. On ne peut ici que résumer à grands traits les principales d'entre elles.

D'abord les conditions d'altitude. Le plateau des Petites Roches est perché à 1000 m. de hauteur, soit à 800 m. au-dessus de la vallée; en face, les épaulements liasiques et les vallées qui les séparent portent des villages et des hameaux situés à des altitudes variant de 600 à 900 m. En dessous, sur la rive droite, le principal site d'habitat est situé sur les pentes douces de l'Oxfordien, tandis que la plaine humide où coule l'Isère est encore à 100 ou 200 m. plus bas. De là d'énormes différences. Le plateau des Petites Roches, c'est, pour les gens d'en bas, la « montagne », où le pâturage et le bois ont le pas sur les cultures, où la vigne, le maïs, les arbres fruitiers délicats ne peuvent croître, une sorte de Norvège, opposée à la Lombardie d'en bas. L'habitat n'est pas moins différent que la culture (pl. xx, B). Le foin, principal produit du pays, réclame de vastes constructions; chaque exploitation possède au moins deux maisons: l'habitation, pour les hommes et pour le bétail, puis la grange. La pente des toits indique l'abondance de la neige. Enfin, la situation sur ce haut palier invite aux migrations agricoles. En mars, lorsque la neige subsiste encore en haut, les habitants vont passer huit jours aux vignes qu'ils ont dans la plaine; en août, ils monteront jusqu'aux alpages de la Dent de Crolles. C'est là une forme atténuée du nomadisme des montagnes.

Le bas, la « vallée » proprement dite, n'est pas moins différencié, grâce à la dissymétrie des flancs, à la diversité des roches et surtout à l'orientation. A droite, au-dessous des abrupts du Jurassique supérieur, la pente adoucie sur le Rauracien et l'Oxfordien permet les cultures; le sol, formé d'éboulis calcaires, est une terre chaude et légère; enfin, l'exposition au Sud-Est assure à ce flanc la chaleur et la lumière. La rive gauche, moins favorisée, est l'« Envers »: l'exposition au Nord-Ouest en écarte le soleil; les pentes raides du Lias ne sont guère propres qu'à porter du bois. Les cultures y sont concentrées sur les cônes de déjections, tandis qu'elles garnissent à droite tout le pied de la falaise (pl. XXI, A). La rive droite est donc surtout le pays de la vigne et du mûrier, qui trouvent là, à une centaine de mètres au-dessus du fond humide, les conditions les plus favorables de température; la rive gauche était le site du chanvre, remplacé aujourd'hui par le tabac. Ce sont là des produits chers et peu encombrants: pour les loger, il n'est point nécessaire d'avoir la maison double de la montagne; l'habitation est ici la construction unique, et son toit plat indique un climat méridional.

Si la rive droite est favorisée au point de vue agricole, la gauche est la région industrielle. Les eaux de la chaîne de Belledonne, plus abondantes que celles du rebord de la Chartreuse, débouchent brusquement sur la vallée par des gorges rapides, qui scièrent le gradin de confluence des vallées suspendues; il a été facile de profiter de cette rupture de pente pour utiliser la force hydraulique. Ainsi se sont créées les papeteries de Pontcharra, Brignoud, Lancey et Domène, utilisant, avec les eaux de Belledonne, les bois du Vercors et de la Chartreuse. La présence de ces industries prospères, que gêne seulement l'éloignement du grand débouché parisien, attire de plus en plus sur la rive gauche les habitants de la vallée, et le côté déshérité l'emporte aujourd'hui sur la rive la mieux exposée et la plus fertile.

La ville de Grenoble participe à ce développement industriel de la région voisine. Pourtant, sa situation était purement commerciale: Grenoble est née et a vécu vingt siècles comme tête de pont. Une ville s'est établie à cet endroit, parce que c'était, d'Albertville à Rovon, le seul point où l'on pût être sûr de franchir l'Isère. En effet, la rivière, avant les travaux d'endiguement du XIX^e siècle, était le type du cours d'eau divaguant: non seulement le bras principal décrivait d'immenses méandres qu'il recoupait ensuite, mais de nombreux bras secondaires, les « brassières », étaient sans cesse en formation; bref, le fleuve, dans ses caprices, occupait toute la basse vallée. Dès lors, pas de passage régulier possible, à travers toute cette irrégularité, sauf en un point, celui où le Drac, torrent plus violent, plus travailleur que le cours d'eau principal, grâce à sa pente plus forte, débouche dans la vallée et y accumule un vaste cône de déjections, qui a maîtrisé l'humeur

vagabonde de l'Isère. Repoussée par les matériaux du Drac, l'Isère a été maintenue au pied de la montagne du Rachais, en un lit unique et fixe, où l'on pouvait établir un pont. Là arrivait, par la rive droite, la route de France; le pont franchi, la route gagnait, en terrain sûr et sec, par le cône du Drac, le plateau morainique de Champagnier, et là se bifurquait vers le Lautaret, par la Romanche, et vers Gap, par la Mure et le Champsaur. La ville, établie sur les alluvions du Drac, c'est-à-dire sur la rive gauche, vécut jusqu'au xvii^e siècle avec cet unique rôle de point de passage, de tête de pont; depuis, l'industrie gantière, née de l'exploitation du petit bétail des chaînes voisines, puis l'industrie du ciment, due à la présence des Marno-calcaires du Jurassique et du Crétacé, exploités avec l'aide de l'antracite du bassin de la Mure, enfin, l'industrie métallurgique, qui fournit de conduites, de poteaux métalliques, de turbines toutes les installations hydrauliques des Alpes et du Sud de la France, en ont fait une grande ville ouvrière. De plus, c'est une capitale régionale : sa zone d'influence, vite limitée au Nord-Ouest par le rayonnement de Lyon, s'étend à l'Est et au Sud, par les vallées et les cols, sur la Savoie et les Hautes Alpes, jusqu'à Sisteron, à Briançon, au Queyras, à l'Ubaye.

En aval de Grenoble, la vallée de l'Isère s'engage en cluse à travers les chaînes subalpines, séparant la Chartreuse du Vercors. Le passage de la rivière à cet endroit était prédisposé par la tectonique. Les plis y subissent un notable abaissement d'axe; c'est ainsi que dans le synclinal de Proveysieux, la base de la Molasse, visible à plus de 1000 m. d'altitude vers la vallée du Guiers, descend, au droit de la vallée de l'Isère, au-dessous du plafond de la vallée. D'autre part, la plupart des plis subissent à cet endroit une virgation, parfois accentuée, par exemple entre le pli-faille du Néron et celui de Sassenage, entre celui de Voreppe et celui de Veurey. Des failles transversales, enfin, comme celle des gorges d'Engins, celles de la Bastille, ont pu contribuer à faciliter la formation de la cluse. Comme dans la vallée du Guiers, c'est une succession de barres calcaires, déversées vers le Nord-Ouest, et de méplats dans les roches tendres, avec des dépressions monoclinales; quelques rares vallées suspendues, comme celle du Furon, derrière Sassenage, ou celle de Clémentière; dans le bas, des cônes de déjections emboîtés, portant tous les villages et bourgs, Saint-Égrève, le Fontanil, le Chevallon, Voreppe, Veurey, Noyarey. L'Isère coule rectiligne entre ses digues, plus élevée que le fond de la vallée, dont les eaux sont drainées vers l'aval par des canaux d'assèchement entretenus par des syndicats de propriétaires, analogues aux wateringues du Nord.

A Grenoble se terminait la première partie de l'excursion, l'étude de l'avant-pays, des chaînes et de la dépression subalpines. Les quatre

autres journées étaient consacrées aux chaînes alpines, massifs centraux, zones du Briançonnais et du Piémont.

4^e et 5^e journées. Zone des massifs centraux. — A l'Est de la dépression subalpine, dominant les pentes du Lias, se dressent les plus hautes chaînes alpines, formées de roches cristallines allongées en massifs amygdaloïdes, qui enferment entre eux des dépressions synclinales de sédiments houillers, triasiques et liasiques. L'excursion a traversé cette zone par la chaîne de Belledonne, franchie au pas de la Coche, et a suivi, par le col du Glandon et la vallée des Villards, un synclinal liasique, enfoncé entre le prolongement cristallin de la chaîne de Belledonne d'une part, les massifs des Rousses et du Rocheray d'autre part, continuation lointaine du massif du Mont Blanc.

Le village de Brignoud est le point où aboutit sur le Grésivaudan la vallée de Laval, par laquelle on atteint le col de la Coche. Sur le cône de déjections du torrent de Laval, dominant la basse plaine drainée par les canaux des syndicats (chantournes), Brignoud apparaît formé de quatre agglomérations successives : le vieux village, en haut du cône, parallèle au torrent ; en croix sur le premier, une rue de maisons au long de la grande route du XVIII^e siècle ; en bas, un village descendant vers la voie ferrée, établie en 1864 ; enfin, au long de la montagne, les maisons ouvrières créées par les usiniers. La fabrique, une vaste papeterie occupant 500 personnes, est à l'entrée même de la gorge.

La gorge de raccordement, qui rachète la différence de niveau entre la vallée suspendue de Laval et le Grésivaudan, est assez évoluée dans sa partie inférieure ; si les flancs sont encore très raides, le fond est déjà élargi, et le profil du lit assez adouci. Mais bientôt on arrive en plein travail de creusement, la gorge se rétrécit à quelques mètres, les flancs surplombent, la pente est formidable. La déclivité est telle que l'on a pu utiliser deux fois la force hydraulique : les eaux du torrent, captées à la partie supérieure, actionnent d'abord les turbines d'une usine creusée en plein roc, et dont la force électrique est transportée à la grande papeterie de Lancey, et aussitôt après elles gagnent la chambre de force d'où elles tombent sur l'usine de Brignoud, par une chute de 160 m. C'est ici le modèle des hautes chutes utilisant de faibles débits : débits d'ailleurs variables, les basses eaux de février ne donnant que 600 chevaux ; les hautes eaux de juin, 1 200.

On arrive bientôt au point où la gorge est tout au début de sa formation, où l'érosion régressive n'a pas encore entamé le fond de la vallée suspendue. Sous le village de Laval (pl. XXI, B), les eaux du torrent coulent à fleur de terre, au niveau de l'ancienne vallée restée intacte. Le sol en est, d'ailleurs, formé de matériaux glaciaires très décomposés, donc probablement anciens, ce qui indique que cette

vallée a été recreusée dans les dépôts qui ont comblé une vallée beaucoup plus ancienne. A l'amont du village de Laval, la vallée ne tarde pas à se rétrécir et à s'encaisser, elle aussi, entre des flancs à pente raide, formés également de dépôts glaciaires très épais : nulle part, dans le fond ni sur les pentes, n'apparaît la roche en place. Peu à peu, on voit son profil se relever vers l'amont, et la vallée devient une véritable rainure en V, représentant l'attaque d'un cycle d'érosion dont le travail est déjà achevé dans la partie inférieure. De nouveau, près du village de la Boutière, on voit la morsure de ce nouveau cycle devenir moins forte; le creusement est là à ses débuts, et à la Boutière, le torrent coule au niveau d'un large plan, à pente faible, qui se continue vers l'aval en fragments de plus en plus attaqués par l'érosion. En résumé, le torrent de Laval apparaît ainsi comme formé de trois tronçons raccordés par des pentes raides : en bas, la gorge de raccordement, ou vallée I, entaillant le fond d'une vallée suspendue, la vallée II; et cette vallée II, déjà très évoluée et mûre de formes vers l'aval, n'est plus à l'amont qu'un ravin à formes jeunes entaillant le fond d'une vallée III, celle-ci particulièrement mûre, avec des flancs en pente douce, une largeur de plafond de plusieurs centaines de mètres et une pente aussi faible que régulière. Remarquons, d'ailleurs, que les deux vallées II et III ont leur plafond formé de matériaux glaciaires; cela indique la grande épaisseur de la moraine de fond déposée dans une vallée plus ancienne par un glacier local, devant lequel le glacier du Grésivaudan formait barrage.

Ces détails de creusement se retrouvent dans les autres vallées qui débouchent de Belledonne sur le Grésivaudan. A Theys, on distingue aisément la vallée III, extrêmement évoluée, portant le bourg et ses hameaux; puis la vallée II, encore large, avec quelques granges et celliers; enfin, la gorge de raccordement de Tencin. Dans la vallée de Saint-Mury, le torrent de Vorz entaille par une terrible gorge un fond de vallée II, très émiétté, qu'on retrouve cependant au hameau de la Bourgeat; au-dessus, le plan de la vallée III porte les principaux hameaux de Saint-Mury et de Sainte-Agnès. Ainsi deux stades sont discernables ici. Reste à les relier aux niveaux entrevus sur le rebord liasique du Grésivaudan. Le problème est posé, la solution lointaine.

Chacune de ces vallées qui descendent de Belledonne est une petite unité géographique. Séparée du Grésivaudan par l'obstacle du gradin de confluence, elle n'avait avec la grande dépression, avant la construction des routes qui rachètent l'escarpement par leurs lacets, que des rapports rares et difficiles; c'était une petite cellule fermée, de peuplement d'ailleurs très ancien. Les habitants sont groupés en hameaux qui s'établissent de préférence sur la rive droite, exposée au Sud; autour de ces hameaux formés de maisons doubles, comme sur le plateau des Petites Roches, les champs occupent les plans, débris

des anciennes vallées; les prairies, les pentes au-dessus; le bois, les hauteurs de la rive gauche, à l'hubac. Chaque vallée s'ingéniait à produire tout ce qui est nécessaire à la vie; avec les céréales, c'était la vigne, cultivée sur les pentes raides de la vallée II au-dessus de la gorge, à l'adret bien entendu, jusqu'à une altitude de 750 m.; puis les mûriers, dans les parties les plus basses de l'adret; outre la production de la soie et du vin, on faisait encore un peu de chanvre. Le ruisseau actionnait des battoirs à chanvre et des martinets, qu'alimentait le minerai de fer extrait des roches cristallines. La vallée vivait ainsi comme repliée sur elle-même. Aujourd'hui, elle se livre à l'exploitation des pâturages et des bois; elle n'est plus qu'une partie de la « montagne » du Grésivaudan.

En amont du village de Laval, lorsqu'on prend pied sur les larges plans de la vallée III, de nouveaux phénomènes apparaissent : des traces des dernières phases glaciaires du massif de Belledonne. Des moraines frontales sont posées sur le fond de la vallée : elles sont bien dues à des glaciers locaux, car elles sont composées uniquement de Schistes verts et de gneiss de Belledonne. Ces moraines, dont les débris sont visibles en aval de Planeissard, se sont déposées avant le creusement de la vallée II, qui les a largement tranchées. Elles sont de mieux en mieux conservées vers l'amont; en avant du village de la Boutière, un beau vallum apparait, barrant une cuvette terminale encore marécageuse, et entaillé à ses deux extrémités par les eaux glaciaires, comme il arrive d'ordinaire. Enfin, en arrière, ce ne sont plus que des formes glaciaires. La vallée n'est désormais qu'une suite de paliers terminés par des verrous ou des moraines, où les eaux déposent d'épaisses couches de cailloux, et de pentes abruptes, où le torrent dégringole en cascades, n'ayant pas encore eu le temps de régulariser son profil par une gorge de raccordement. Au-dessus se présentent les escarpements dressés autour des cirques ou entre les rangées de cirques qui les ont sapés.

A 1250 m., après avoir traversé une forêt bouleversée par un ouragan survenu lors d'un terrible coup de fœhn (décembre 1909) et ravagée suivant un mouvement tourbillonnaire, on arrive dans une région à peu près vide d'arbres, en dépit de l'altitude encore médiocre, ce qui paraît indiquer soit un déboisement intense, soit plutôt l'existence de vents violents, car les derniers sapins sont singulièrement petits et rabougris. C'est déjà une zone de pâturages maigres, séjour de transhumants qui, au nombre de 1300 à 1400, viennent passer trois mois dans le haut de la vallée; quelques haberts sont disséminés pour les abriter par les mauvais temps. Mais la vraie caractéristique de la haute vallée, c'est encore le paysage glaciaire. La paroi en auge reste bien visible à la partie supérieure, les éboulis masquant le bas; quant au fond de la vallée, il est complètement occupé par des moraines,

superbes moraines latérales à crête aigüe et croulante, moraines frontales en demi-cercle, plus basses, indiquant un retrait et un amincissement du glacier. Les eaux, pourtant abondantes en cette saison de fonte des neiges, ont complètement disparu sous les amas de moraines et d'éboulis; c'est un vrai désert de pierres.

Le col de la Coche s'ouvre en une petite entaille sur le flanc gauche de la vallée. Pour l'atteindre, il faut gravir la pente raide du bord de l'auge, à peine atténuée par les éboulis. On arrive alors dans une petite vallée suspendue, élevée d'au moins 400 m. au-dessus de l'auge, ce qui est dû manifestement à ce fait qu'elle débouche sur une partie convexe de la vallée glaciaire et que le sapement de ce bord convexe a dû s'effectuer avec une grande intensité, accentuant ainsi la différence de niveau entre la vallée affluente et la cavité principale. L'extrémité amont de cette vallée suspendue est coupée par un petit cirque glaciaire, dont le fond est occupé par un lac; la section du profil de la vallée par les flancs du cirque constitue le col, à près de 2 000 m. Nous avons donc là un col mixte, d'origine glaciaire, entre vallée suspendue et cirque. L'importance économique de cette haute brèche est très grande : c'est le seul point par où la vallée de l'Eau d'Olle puisse communiquer avec le Grésivaudan. En effet, nulle part la chaîne de Belledonne ne présente une dépression aussi accusée, et cet abaissement de la ligne de faite est dû au coude prononcé de la vallée de l'Eau d'Olle, qui se rapproche fortement ici de l'axe de la chaîne.

Aussi la descente est-elle très rapide du col vers le fond de la vallée de l'Eau d'Olle: la pente est de plus de 800 m., pour 2 km. à peine de distance. La vallée dans laquelle nous débouchons est très différente de celles qui ont été traversées jusqu'ici : une vallée glaciaire en roche dure, à flancs symétriques. Du haut en bas des flancs apparaissent donc, symétriquement, les aspects suivants. A la partie supérieure, les pointes aiguës, comme le grand pie de Belledonne à droite, les rochers Rissiou à gauche, un monde d'aiguilles et de tours, dominant les cavités des cirques; c'est la partie de la montagne qui n'a pas subi l'érosion glaciaire, et dont les formes sont dues à l'érosion subaérienne. Au-dessous, vers 2 000 m., toutes les aspérités disparaissent, les flancs sont lisses, les contours arrondis : on entre dans la zone des polis glaciaires. Cette zone commence à la partie supérieure par un épaulement, au-dessous duquel se montrent les arbres; puis vient une pente raide, en partie formée d'éboulis et complètement boisée : c'est un flanc d'auge déjà modifié, strié par des ravins où descendent des torrents. Ce rebord d'auge aboutit, à la hauteur du village du Rivier, à un palier de roche en place, au-dessus duquel sont établies les maisons; des roches moutonnées, avec leur profil dissymétrique, la présence de débris morainiques, tout indique ici un fond de vallée glaciaire. Ce palier est entaillé par la dépression où coule actuellement

l'Eau d'Olle, à une centaine de mètres au-dessous, et qui est manifestement une dernière auge emboîtée; elle en présente tous les caractères : largeur du fond, raideur des flancs, à peu près verticaux, rupture de pente des vallées affluentes, qui sont toutes suspendues. On peut se demander, il est vrai, pourquoi l'érosion postglaciaire d'un torrent aussi important que l'Eau d'Olle n'a pas creusé, dans le plafond de cette dernière auge, une vallée fluviale. Cela tient aux conditions spéciales du niveau de base de ce torrent. L'Eau d'Olle débouche, en effet, dans la plaine alluviale du Bourg-d'Oisans, qui est restée à l'état lacustre depuis le retrait des glaciers jusqu'à nos jours. Le débouché de la plaine du Bourg-d'Oisans était fermé par des moraines formant un barrage, qui a été renforcé à plusieurs reprises par d'énormes éboulements. Le niveau de base est donc resté immobile depuis le retrait des glaciers, et c'est ce qui explique qu'aucun creusement postglaciaire ne se soit produit dans la vallée de l'Eau d'Olle, sauf aux endroits où les eaux trouvaient à scier des verrous glaciaires.

Le village du Rivier-d'Allemont, établi à 1 280 m. au-dessus du palier de la seconde auge, est un vrai village d'exposition. Les maisons sont étagées sur le flanc de la vallée, exposées au Sud-Est, dans un pittoresque désordre justifié par le souci d'avoir toutes leur façade au soleil. Déjà l'on retrouve dans l'habitat les caractéristiques de la haute montagne, les toits pointus, faits de planches de sapin, le pignou de bois, laissant circuler l'air dans le grenier à travers le foin et les récoltes. Au-dessus du village, entre 1 500 et 2 000 m., s'étagent les groupes de haberts, où une partie de la population va s'établir pendant l'été avec les bêtes. Là encore, l'élevage est tout, et la culture des maigres céréales tend à n'être plus qu'un faible appoint.

L'excursion, à partir du Rivier, remontait la vallée de l'Eau d'Olle jusqu'au col du Glandon. Bizarre hydrographie que celle de ce torrent. Née sur le versant Sud du Glandon, dans un large synclinal liasique parallèle à la chaîne cristalline de Belledonne, l'Eau d'Olle quitte ce synclinal à la Grande-Maison et s'engage, normalement à sa direction primitive, à travers la bande cristalline, traversant ainsi un dôme de granulite; au Rivier, nouveau coude à angle droit, et la rivière va rejoindre à Allemont le tracé du synclinal. Celui-ci continue, d'ailleurs, à former, entre la Grande-Maison et Allemont, une zone déprimée, avec un col (col du Sabot) à 2 167 m. Il y a donc là de fortes présomptions de capture, tant il paraît indiqué que la rivière originelle a coulé dans la bande synclinale de roches tendres. En tout cas, c'est bien un approfondissement épigénétique qui a fait pénétrer la vallée de l'Eau d'Olle à travers le massif granulitique. Il en résulte que la rivière traverse là, en amont du Rivier d'Allemont, un défilé caractéristique, celui du Maupas (pl. xxii, A).

La forme de la vallée varie avec la nature des roches, qui passent

de l'une à l'autre par des transitions insensibles : des micaschistes du Rivier aux gneiss, puis au gneiss granulitique du Maupas, et de nouveau à un gneiss amphibolique, puis à une puissante série de micaschistes. La vallée, assez large au Rivier dans les micaschistes, se rétrécit avec les gneiss et la granulite. Sur les flancs se distinguent assez nettement les traces d'auges emboîtées, mieux conservées que partout ailleurs dans ces roches dures : une vue d'en haut sur le Maupas en laisse apercevoir trois. La dernière, la plus profonde, est, d'ailleurs, beaucoup moins reconnaissable ici qu'au Rivier. L'extrême raideur des pentes dans cette vallée étroite favorise la formation d'épais éboulis, qui s'accumulent sur chaque flanc en donnant au fond de la vallée l'aspect trompeur d'une gorge fluviale en V. De gros ruisseaux tombent en cascades des vallées latérales, suspendues à de grandes hauteurs; leurs eaux vont s'engouffrer sous d'épaisses congères de neige, accumulées par les avalanches. Le travail de l'érosion subaérienne est loin d'être arrêté ici; la route est encombrée d'énormes blocs de schistes et de gneiss qui se sont détachés de la paroi au dégel. L'éboulis est si nourri sur ces pentes que le torrent, pourtant puissant, particulièrement à cette saison, disparaît par endroits sous les amas de pierres qui se rejoignent des deux flancs, et que le fond du Maupas se transforme ainsi en vallée sèche, l'érosion fluviale étant impuissante à débiter les produits d'une érosion subaérienne trop active. On comprend dès lors que, avant l'établissement de la route précaire du Glandon, le Maupas ait été plutôt un obstacle qu'une aide aux communications. La limite de la commune d'Allemont se trouve au milieu du défilé, et la partie amont de la vallée dépend de la commune de Vaujany, avec laquelle on communique plus aisément par la dépression liasique et le col du Sabot.

La gorge se termine avec la réapparition des micaschistes. Là se trouve un double obstacle sur lequel l'Eau d'Olle bondit en cascades : à gauche, les débris d'une puissante moraine frontale; à droite, un énorme éboulis de micaschistes, qui a évidemment empêché le torrent de rectifier son profil en faisant disparaître l'obstacle de la moraine. En arrière, la vallée est transformée; c'est un large plan, représentant le comblement de la cuvette terminale par les alluvions. L'Eau d'Olle y divague à l'aise, repoussée d'un côté à l'autre par des cônes de déjections; elle va ainsi ronger de place en place les bords de la vallée, déterminant de petits escarpements qui ne sont pas, malgré l'apparence, des bords d'auge. D'ailleurs, depuis ce plan de l'entrée du Maupas jusqu'au col du Glandon, il n'y a plus trace, sur les flancs de la vallée, de fragments d'auges emboîtées, au moins jusqu'à une grande hauteur. Toute la vallée n'est plus qu'une vaste auge glaciaire aux flancs adoucis, surtout lorsqu'on est entré, après la Grande-Maison, dans le synclinal liasique; on pourrait facilement la prendre

pour une vallée fluviale à un stade avancé de son évolution, s'il ne débouchait sur elle des affluents latéraux qui sont manifestement en pleine jeunesse, puisqu'ils se raccordent par une gorge qui entaille un gradin de confluence : tels les torrents de la Cochette (pl. xxii, B) et du Nant de Bramant, qui amènent à l'Eau d'Olle les eaux d'une partie des glaciers des Rousses. Mais la vallée, déserte depuis le Rivier-d'Allemont, s'est animée depuis l'élargissement dans le Lias. Il n'y a plus de villages, mais de nombreux groupes de chalets disséminés dans les pâturages, qui forment l'unique parure végétale de la haute vallée. Il faut remarquer que ces chalets dépendent des villages savoyards. Le Glandon n'est pas une limite : par son large ensellement, la vallée des Villards communique bien plus aisément avec l'Eau d'Olle supérieure que les hameaux d'Allemont par le Maupas. Ainsi se trouve vérifié une fois de plus que les cols ne sont pas des frontières.

Par des pentes douces, on arrive au col du Glandon (1931 m.). Ce n'est pas l'extrémité de la vallée : l'Eau d'Olle vient de plus loin, du col de la Croix de Fer, à quelques kilomètres à l'Est. Le col, de ce côté, n'est donc pas un col de tête ; de même du côté savoyard, où le torrent des Villards descend, parallèlement à l'Eau d'Olle, des rochers de l'Argentière ; c'est donc un col de flanc. Il se présente comme un large ensellement échancrant les schistes liasiques, dans l'axe du synclinal. Mais la différence des pentes y est sensible : aussi forte vers les Villards qu'elle est faible vers l'Eau d'Olle. Et cela permet d'expliquer son origine. Le glacier descendant des contreforts septentrionaux des Rousses a poussé une branche diffuse à travers l'ensellement liasique ; il en résulte du côté des Villards un sureusement important, qu'atteste la partie supérieure du torrent des Villards, suspendue à une grande hauteur. Nous avons ici un type de col de diffluence glaciaire établi dans une dépression synclinale.

La vallée des Villards, qui s'ouvre sous le col, est entaillée jusqu'à Saint-Colomban sur le flanc oriental du synclinal. Les bords sont donc dissymétriques. A gauche, les roches cristallines la dominent d'une pente raide. A droite, les schistes liasiques donnent un profil plus adouci ; des torrents y ont pratiqué d'énormes bassins de réception, qui résultent peut-être de la transformation de cirques glaciaires. Aussi les formes des auges emboîtées sont-elles très différentes de côté et d'autre. A gauche, au Mont-Rond, le profil du bord de l'auge inférieure a remarquablement subsisté, à peine masqué en bas par les éboulis ; au-dessus, se présente un ancien fond de vallée portant les chalets de Mont-Rond. A droite, c'est à peine si l'on peut retrouver dans les profils adoucis du bas quelques ruptures de pente indiquant d'anciens niveaux. De même pour le fond de la vallée : à gauche, des pentes d'éboulis empiètent à peine sur ce fond, tandis qu'il est

envahi par d'énormes cônes de déjections descendus des pentes de droite. Aux chalets des Echers, ces cônes ont si bien encombré la vallée qu'ils y constituent un véritable verrou : tandis que, en aval, le torrent des Villards, échappé à l'obstacle, dégringole en érodant ses rives, en amont, il alluvionne dans un vaste plan de prairies, au long duquel s'élèvent de nombreux chalets. C'est aussi à la hauteur des Echers qu'apparaît brusquement la végétation forestière ; le plan d'amont n'est plus qu'en herbages. L'altitude est pourtant faible, les pentes raides sous le col offrent un abri suffisant ; il semble que l'absence d'arbres dans la haute vallée ne soit pas due à des causes naturelles. Les premiers arbres se présentent en pleine croissance, sans l'aspect rabougri de l'avant-garde qu'on trouve aux véritables limites de végétation forestière. Il s'agirait donc ici d'un déboisement.

A partir de Saint-Colomban, où une grosse moraine frontale calme encore un instant l'ardeur du torrent et contribue à l'existence d'un plan qu'entourent des hameaux, la vallée rentre dans l'axe du synclinal et prend dès lors un nouvel aspect. Quatre niveaux principaux s'échelonnent largement sur les pentes de gauche, et sur chacun s'étagent les hameaux de Saint-Colomban et de Saint-Alban-des-Villards. Le sol de chacun de ces niveaux est constitué par la moraine de fond, et l'on peut juger dans les coupes fournies par les ravins affluents de l'épaisseur de ces sédiments. Une quantité aussi considérable de dépôts glaciaires dans la vallée ne peut s'expliquer que par un long stationnement : il est probable que le glacier de l'Arc, formant barrage, obligeait le glacier des Villards à se gonfler sur place et à déposer sous lui une abondante moraine.

Cependant le glacier des Villards devait être puissant, autant qu'on en peut juger par les dispositions du niveau glaciaire inférieur. Celui-ci, parfaitement visible au hameau du Mollard, avant Saint-Étienne-de-Cuines, se prolonge en pente douce jusqu'au cône de déjections actuel du torrent des Villards, qui le recouvre ; il n'y a pas trace ici de gradin de confluence : le niveau glaciaire des Villards débouchait de plain-pied dans la vallée de l'Arc. Or il n'y a pas d'éléments glaciaires visibles dans la vallée de l'Arc à cette altitude. D'où l'hypothèse que ce dernier glacier des Villards débouchait dans la vallée de l'Arc alors que celle-ci était déjà libre de glaces. Cette anomalie s'expliquerait par ce fait que les précipitations sont plus considérables dans la région du Glandon, déjà à l'Ouest des Alpes, que dans la Haute Maurienne, pays sec ; ainsi le glacier des Villards, mieux nourri, aurait encore eu la force de pousser jusqu'à la grande vallée, alors que le glacier de l'Arc s'arrêtait en amont. Le même fait se reproduit, d'ailleurs, au confluent de la vallée des Acres, près de Saint-Jean-de-Maurienne.

A Saint-Étienne-de-Cuines, on pénètre dans la vallée de l'Arc, élargie dans la traversée du synclinal liasique. Celui-ci continue vers

le Nord-Est, largement déprimé par les vallées de Montaymont et Montgellafrey, où l'on aperçoit d'en face des traces de niveaux étagés. Par le col de la Madeleine, on peut de là gagner la Tarentaise à Bellecombe et Grand-Cœur, puis la vallée supérieure du Doron de Beaufort à Roselend, et celle du Bonnant de Saint-Gervais. Ainsi s'aligne, derrière la première crête des massifs centraux, une importante zone déprimée, qui est une voie pastorale de premier ordre et annonce déjà les grandes vallées de la zone du Briançonnais.

6^e journée. Zone du Briançonnais. La Moyenne Maurienne. — La montée le long de l'Arc, de la Chambre à Modane, nous permet de voir la succession des synclinaux et des anticlinaux, des roches dures et des roches tendres qui constituent la zone du Briançonnais; d'observer les changements de faciès, et par suite les modifications morphologiques qu'y présentent certains étages; enfin, d'entrevoir ce qui reste des formes glaciaires dans une grande vallée de l'intérieur des Alpes, ce qu'en a fait l'érosion postglaciaire et la façon dont l'homme s'est accommodé de ces conditions.

La Chambre, point de départ de la course en Maurienne, est située dans une dilatation de la vallée, qui s'élargit dans le synclinal liasique avant les étroits d'Épierre (traversée de la zone de Belledonne) et après le défilé de Pontamafrey (massif du Rocheray). Toute la Maurienne, vallée transversale, est ainsi formée d'étroits et de dilatations correspondant à la nature des roches. Les vallées de la zone du Briançonnais, si différentes en cela de la grande dépression subalpine, sont de vrais chapelets de larges bassins habités et de défilés déserts.

Dans ces bassins se présente une forme de vallée très modifiée et qui ne rappelle que de loin l'état glaciaire. Les cônes de déjections, alimentés par l'érosion des affluents travaillant dans les roches tendres, ont envahi tout l'ancien fond de l'auge. On les voit lutter entre eux et lutter contre la rivière principale. Le plus actif, le mieux nourri pousse l'Arc devant lui et oblige la rivière à aller ronger le bord du cône d'en face. C'est ainsi que le cône du torrent des Villards a rejeté l'Arc vers l'Est, et que la rivière a été obligée de décaper le rebord du vaste cône de la Chambre, édifié par des torrents dont le bassin d'alimentation est moins étendu que celui du torrent des Villards. Cela ne veut pas dire que le cône de la Chambre soit plus ancien, mais qu'il est actuellement moins actif. D'ailleurs, au point de vue de l'habitat, le cône rongé, plus élevé et par suite mieux drainé et plus sec, offre un site plus favorable que le cône agresseur, plus bas, plus humide et parcouru par un torrent plus dangereux. Aussi porte-t-il les gros villages de Saint-Avre et de la Chambre, tandis que le cône des Villards n'est habité que sur ses bords.

Au delà de la dilatation de la Chambre, voici le défilé de Pontama-

frey (pl. xxiii, A), entaillé dans la terminaison périclinale du massif cristallin du Rocheray. Une bande blanchâtre, marquant l'apparition des gypses du Trias, exploités dans une plâtrière, apparaît au flanc de la vallée; au-dessous se présente l'abrupt des gneiss et des micaschistes. Les formes raides des vallées glaciaires réapparaissent. Cependant, les deux flancs sont dissymétriques. La disposition périclinale du massif fait que les roches cristallines n'affleurent à droite que sur une faible hauteur; au-dessus apparaissent les roches tendres des dolomies et gypses du Trias, ainsi que du Lias schisteux. Il en résulte que, au-dessus du rebord raide dressé par les mica-schistes, existe un replat déprimé établi dans les couches tendres: c'est le même cas que celui du plateau des Petites Roches dans le Grésivaudan. De ce replat tombent quelques torrents, qui peu à peu enfoncent leur gorge de raccordement dans la barrière de roches dures et permettent ainsi l'évidement du replat; ainsi celui-ci évolue constamment, tendant à devenir une dépression monoclinale communiquant avec l'Arc à travers la barrière cristalline éventrée: type déjà réalisé au Sud du défilé, vers Hermillon. Donc le replat suspendu au-dessus de la cluse de Pontamafrey n'est pas une forme glaciaire, ce n'est que par hasard qu'il a pu jouer le rôle de fond de vallée glaciaire, avant le creusement épigénétique à travers les roches cristallines. Le replat a, d'ailleurs, au point de vue humain, une importance bien plus considérable que la vallée. Sur ses pentes adoucies et fertiles pullulent les hameaux du Châtel et de Mont-Vernier. Au contraire, on ne trouve au long de l'Arc que le mince village de Pontamafrey, sur un petit cône de déjections dû à un des torrents du replat. Ce n'est pas un site d'établissement que cette vallée étroite, menacée par les éboulements qui tombent des hautes falaises cristallines de gauche, tel l'énorme amas de blocs qui porte la chapelle de Pontamafrey et oblige l'Arc à se précipiter en rapides.

Le défilé franchi, la vallée se dilate de nouveau dans le Lias et le Trias de Saint-Jean-de-Maurienne; l'élargissement est tout entier occupé par le vaste cône de déjections d'une rivière travailleuse, l'Arvan, qui a refoulé l'Arc contre le promontoire de l'Échaillon, d'où sort une source thermale, minéralisée par son passage à travers le Trias. De nouveau la partie élargie de la vallée est un site de ville, phénomène qui se reproduira à Saint-Michel et à Modane. De là jusqu'à Saint-Michel, l'Arc traverse une série de plis les plus propres à montrer la tectonique de la zone du Briançonnais, avec ses anticlinaux et synclinaux tous couchés vers l'Ouest, et parfois étirés en faille. Les plus beaux de ces plis sont les deux grands anticlinaux couchés des Encombres (pl. xxiv, A), avec leur noyau triasique, enserrant un synclinal étiré de Lias schisteux. La plupart des roches que font apparaître ou réapparaître ces plissements sont tendres:

schistes du Lias, anhydrites et gypses du Trias, grès et schistes du Flysch; aussi la vallée garde-t-elle d'abord une assez grande largeur. Cependant, il y a quelques éléments durs, donnant des saillies et des surplombs : le conglomérat de la base du Flysch, dressé au-dessus du Lias schisteux; les calcaires du Lias, et surtout les puissantes brèches qui s'y intercalent (Brèche du Télégraphe), faciès briançonnais du Lias, opposé au faciès de mer profonde du Dauphiné occidental. De Saint-Jean à Saint-Michel, ces éléments durs se font plus fréquents vers l'amont; la vallée se rétrécit et s'encaisse.

D'autre part, cette partie de la vallée a été profondément modifiée, depuis la fin de l'époque glaciaire, par la formation d'énormes cônes de déjections. De toute la Maurienne, c'est la section où ils sont le plus accumulés et le plus actifs, principalement sur la rive droite, à Saint-Julien, à Saint-Martin-de-la-Porte (pl. xxiv, B) et sous les plis couchés des Encombres. Ils sont si actifs que l'Arc est obligé de les couper tous, et que leur tranche domine parfois la rivière de 40 à 50 m. De temps à autre, l'un d'eux, sous l'effet d'un paroxysme, pousse une digitation secondaire en avant de la muraille coupée par l'Arc et refoule la rivière contre la rive opposée, lui barrant parfois le passage. La rapidité de formation de ces appareils peut être appréciée par le fait que, sur l'un d'entre eux (cône de la Chapelle, en aval), les travaux de la voie ferrée ont fait découvrir des monnaies romaines sous 12 m. de sédiments. Le cône de déjections est ici l'élément essentiel du paysage : depuis le cône mort, tout entier cultivé et habité, largement tranché par l'Arc (cône du Bouchet), jusqu'à l'appareil vivant et actif, couvert des énormes blocs amenés par les « laves », et où l'on voit la culture de la vigne se faufiler au milieu des tas de pierres dont les habitants ont essayé de débarrasser quelques champs. La présence de ces énormes cônes est liée assurément à la nature des roches qui affleurent ici, schistes du Flysch ou du Lias, et surtout gypse du Trias, dont les aptitudes à foisonner et à glisser font la roche la plus inquiétante de toutes les Alpes pour les habitants des vallées. Le climat y est peut-être aussi pour quelque chose. La Moyenne Maurienne est déjà beaucoup plus sèche que les zones occidentales : à Saint-Jean-de-Maurienne, la moyenne de 14 années donne 758 mm. de précipitations; à Modane, la moyenne de 20 années n'est plus que de 622. Cette sécheresse est favorable au travail de l'érosion subaérienne; d'autre part, des orages d'été déversent brusquement de grandes quantités d'eau dans les bassins de réception; ainsi se forment, entraînant les matériaux préparés pendant la saison sèche, les laves qui vont grossir les cônes.

Au delà de cet enchevêtrement de cônes qui donnent à cette partie de la Maurienne un aspect si caractéristique, voici un tout autre phénomène : un verrou glaciaire (pl. xxiii, B) vient barrer la vallée. Sa

présence est évidemment due à l'apparition des roches dures que recèle le faciès briançonnais du Lias, Calcaires noirs et Brèche du Télégraphe, tandis qu'en amont le creusement était aisé dans les couches plus tendres du Trias renversé sur le Lias. Il n'en est pas moins curieux de constater à quel point l'érosion glaciaire a respecté cet obstacle, beaucoup moins considérable, en somme, que les massifs cristallins d'aval. Le sommet de la barre, presque rectiligne, présente l'aspect caractéristique des roches moutonnées. A droite et à gauche, l'érosion glaciaire a réussi à enfoncer dans le verrou deux auges, dont les formes sont restées bien nettes; enfin, l'Arc a scié dans l'auge de gauche une vallée d'érosion au profil très aigu, qui constitue le défilé du Pas-du-Roc. Des fours à chaux, alimentés par les calcaires du Lias, se logent sous les parois rectilignes. Le pittoresque du lieu est accru par la gorge profonde et noirâtre d'où débouche la Valloirette, descendant de la vallée suspendue de Valloire; ses eaux rapides sont utilisées pour actionner la grosse usine d'aluminium de Calypso.

En amont, c'est le vaste bassin creusé dans le Trias et dominé à l'Est par les pentes douces des Grès houillers. Entre la grande barre du Pas-du-Roc et les verrous secondaires de grès que l'Arc entaille en amont s'étend donc une nouvelle dilatation de la vallée, toute remplie de moraines de fond et d'alluvions. Dans cette dépression fertile, peuplée de hameaux, s'étend une des villes de Maurienne, Saint-Michel. C'est un lieu de passage, au débouché de la route qui, par la vallée suspendue de Valloire, descend du Galibier. Saint-Michel est aussi la vraie capitale industrielle de la Maurienne.

En effet, la présence de ces grands cônes de déjections, de ces verrous d'aval et d'amont, qui augmentent la pente de l'Arc après l'avoir arrêtée un instant, est une cause d'activité industrielle : de Saint-Jean-de-Maurienne à Modane, on a pu utiliser les dénivelés et les plans de la vallée pour produire de grosses chutes à fort débit. Presque toutes sont consacrées à la fabrication de l'aluminium; la bauxite du Var, transformée sur place à Gardanne en alumine pour éviter les frais de transport d'une matière première encombrante, est élaborée dans sept usines entre Saint-Jean et Modane. C'est ici la vallée de l'aluminium, tout embuée des vapeurs qui s'échappent des fours; et un curieux procès met actuellement aux prises usiniers et associations de vigneron de la vallée, qui se plaignent que les émanations de fluor sorties des pylônes ont une déplorable influence sur leurs cultures. D'autres usines fabriquent, avec les blés italiens que leur apporte la voie ferrée, des pâtes alimentaires. Enfin, des exploitations rudimentaires arrachent des flans de la vallée quelques milliers de tonnes de médiocre anthracite, qu'on utilise dans les fours à chaux de la Maurienne et du Rhône supérieur. Et ainsi, quoique ces industries hydro-électriques aient besoin d'un personnel

relativement restreint, cette partie de la vallée s'augmente de toute une population ouvrière, où les Italiens tiennent la première place.

Après Saint-Michel, la vallée devient monotone, dans les Grès houillers, qui passent par endroits à des conglomérats gneissiformes; rétrécie un moment dans les gneiss verdâtres, attribués au Permien, sur les pentes desquels sont inscrits des plans bien nets (forts du Replat et du Replaton), elle se dilate encore dans les gypses autour de Modane, tandis qu'apparaissent à l'Est les verrous de calcaire triasique de l'Esseillon. Ce bassin est dominé au Sud-Est par des pentes adoucies et boisées, première apparition des Schistes lustrés qui forment la dernière zone longitudinale des Alpes Occidentales, celle du Piémont.

7° journée. Zone du Piémont. — La caravane a fait, dans cette zone des Schistes lustrés, une rapide randonnée, d'Oulx à Suse.

Ces schistes sont une énorme masse, d'âge secondaire, passant parfois aux gneiss, et parfois semblables aux Schistes noirs du Lias. Le pendage de leurs couches est très uniforme : il est régulièrement incliné vers l'Italie. On en a conclu longtemps que c'était là le flanc oriental de l'« éventail briançonnais », dont le massif houiller formerait l'axe. Il semble plus vraisemblable d'y voir le résultat d'un vaste charriage d'Est en Ouest, comme c'est le cas pour les Schistes lustrés de la région du Grand Paradis et du Cervin.

En tout cas, la simplicité de leurs conditions génétiques et tectoniques donne aux montagnes et aux vallées de la zone des Schistes lustrés une grande régularité de formes. Les pentes sont douces et régulières; aussi l'accès en est-il facile. Ce sont là des conditions favorables aux hommes. La zone du Piémont est donc celle où les habitations permanentes atteignent les plus fortes altitudes, celle qui présente aussi le plus large développement de montagnes pastorales. Enfin ce sont les vastes ensellements des Schistes lustrés qui constituent les grands passages des Alpes Occidentales. Ce sont là des montagnes accueillantes et fréquentées.

La vallée de la Doire en amont d'Exilles et celle de son affluent la Bardonnèche répondent bien à ces caractères. Le fond est large; les pentes sont douces et portent des hameaux jusqu'à une grande hauteur. Seule, l'apparition d'une bande de calcaires dolomitiques du Trias vient apporter dans le paysage une note un peu spéciale, en déterminant, au-dessus des formes régulières des schistes, une ligne d'escarpements ruiniformes. Au-dessous, des débris de replats permettent de discerner grossièrement quatre auges emboîtées. Des gorges de raccordement, d'une étroitesse extrême, scient les gradins de confluence. Chose curieuse : la vallée de la Doire est suspendue au-dessus de celle de la Bardonnèche, et c'est par une gorge de raccordement, d'ailleurs déjà très évoluée, que le torrent principal gagne la

large vallée de son affluent. Le bourg d'Oulx profite de cette circonstance. Le vieux village est perché sur le gradin de confluence ; avec ses hautes maisons de pierre, il rappelle Briançon. Une autre agglomération est établie au long de la Doire, à l'issue de la vallée, sur la route du Mont Genève ; enfin, un troisième village s'allonge vers la gare.

Plus bas, vers Salbertrand, le paysage des Schistes lustrés est plus caractéristique encore. Derrière un verrou qui barre le passage vers l'aval, la vallée de la Doire s'est élargie ; le fond a plus d'un kilomètre. Dans ce large ombilic qu'elle a remblayé, la rivière puissante divague et s'élargit. Au-dessus de ce plan, s'élèvent en pentes douces de vastes cônes de déjections, dont la Doire vient parfois ronger le pied ; là s'allongent des hameaux, entourés de champs de seigle et d'avoine. Puis ce sont les formes régulières des Schistes lustrés, avec quelques ruptures de pente qui trahissent d'anciens fonds de vallée. A l'hubac, sur la rive droite, rien que des forêts de Mélèzes et d'Épicéas ; à l'adret, des bois maigres et des friches ; manifestement, on a déboisé pour procurer aux moutons des terrains de parcours. Dans ce paysage de haute vallée alpestre apparaissent, cependant, des traits particuliers, qui trahissent une influence méridionale. L'habitat n'est pas celui des vallées queyrassines : longs villages de route, où l'exposition paraît jouer un faible rôle ; grosses maisons massives, aux murs de pierre, aux toits de lauzes, sans balcons, ce qui laisse supposer que les récoltes peuvent arriver dans les champs à complète maturation et n'ont pas besoin d'aller sécher sous des abris à l'apparition des neiges. L'élevage, d'autre part, ne semble pas aussi développé que dans les vallées françaises ; il paraît réduit à celui du mouton.

Le verrou glaciaire de Moncellier, qui barre la vallée de la Doire après Salbertrand, marque le début d'un paysage complètement différent. C'est la chute vers l'Italie qui commence et se traduit aussi bien dans les formes que dans le manteau végétal ou les dispositions d'habitat. Les fonds de vallées glaciaires, si peu discernables en amont, deviennent remarquablement nets en aval ; il y a là trois auge emboîtées, la plus basse entaillée par la gorge que creuse la rivière. L'action glaciaire s'est, d'ailleurs, inégalement fait sentir : des verrous subsistent vers Chaumont en travers de la vallée, et à Exilles un Inselberg typique, aux flancs dissymétriques, qui porte le fort reconstruit après 1815. Sur les flancs, des torrents tombent en cascades, d'auge en auge. Une végétation drue meuble tout ce paysage. Sur les plans des fonds d'auge, des champs et des prairies, fertilisés par la moraine de fond ; sur les pentes raides, des vignes, des Noyers et des Châtaigniers. La présence de ces plantes indique le caractère déjà si méridional de cette partie de la vallée. La vigne apparaît à l'adret vers 1100 m. d'altitude, au-dessus du hameau de Saint-Colomban ; or en Grésivaudan elle ne dépasse pas 750 m. Et ce n'est pas une appa-

rition fugitive, car elle ne tarde pas à devenir la culture exclusive des pentes d'adret; à partir de Chaumont, elle se montre même à l'hubac. Le Noyer prospère à 1 000 m., sur le verrou de Moncellier, le Châtaignier presque aussi haut. Mais son domaine est surtout à l'hubac, où il repousse les Conifères vers les hauteurs. De gros villages de vignes, extrêmement groupés, trônent sur les pentes couvertes de vignobles; c'est déjà un véritable habitat provençal. D'ailleurs, cette vallée d'Exilles et de Chaumont, avec ses schistes, ses Châtaigniers, ses vignes, ses villages compacts, rappelle bien plutôt le paysage cévenol que les aspects du Queyras ou de l'Ubaye.

Après Chaumont se produit une dernière transformation. La vallée reste suspendue au-dessus du val de Suse, qu'elle domine par un verrou élevé et bossué; la Doire, pour le traverser, s'enfouit dans une gorge inaccessible. Le verrou, tout en roches moutonnées, a été découpé, écorché par plusieurs auges secondaires, par lesquelles se fauilaient des langues du grand glacier qui stationnait derrière. L'érosion postglaciaire a repris possession du fond de ces auges et y pratique des gorges étroites, en pente raide, par où les chemins se glissent vers la large vallée de Suse, dont le fond plat d'alluvions est encore dominé çà et là par des Inselbergs arrondis. Là était la frontière du Dauphiné, et l'escalade ou la dégringolade de ce gigantesque verrou étaient ainsi considérées comme plus difficiles que l'accès des pentes du Mont Genève. Enfin, lorsqu'on arrive en bas des pentes raides peuplées de vignes et de Châtaigniers, on est, en dépit des montagnes surplombantes, en pleine Italie, avec les arbres fruitiers, les Mûriers, les jardins du val de Suse. La petite ville, si bien abritée au pied des deux verrous d'où descendent les routes du Genève et du Cenis, est déjà tout italienne d'aspect. La coupe des Alpes Occidentales est terminée.

Nous avons voulu montrer l'état de nos connaissances dans cette partie des Alpes françaises. Il est encore rudimentaire. Pour la plupart des questions, il faut se contenter de poser les données des problèmes, et il faut se garder d'aller trop vite. Ces problèmes, la petite équipe constituée à Grenoble s'emploie à les poser et à les résoudre avec tout le sérieux qu'ils méritent.

RAOUL BLANCHARD,

Professeur adjoint de Géographie
à l'Université de Grenoble.

LA PLAINE LORRAINE

I

Au Centre du Plateau Lorrain, entre les Vosges, à l'Est, et le ressaut boisé qui, à l'Ouest, court des sources de la Meuse à la rencontre de la Moselle, il est une région très différente des voisines : dans le pays, on l'appelle « la Plaine »¹. C'est bien, en effet, un pays qui, dans son ensemble, apparaît comme déprimé : il est compris presque tout entier entre les courbes 300-400 m. ; à l'Est, il s'arrête aux premières rampes des Vosges et touche à la Montagne ; à l'Ouest, il se heurte au ressaut brusque et continu de la corniche jurassique, de niveau supérieur à 400 m., parfois à 500 m., qui, du Sud au Nord, a noms successivement la « Montagne », vers les sources de la Meuse, les « Hauts Pays », vers Neufchâteau, et, plus au Nord, le Pays de Haye². La Plaine est ainsi pour les habitants le pays moins élevé entre les Vosges, à l'Est, et les plateaux calcaires de l'Ouest.

Il serait, pourtant, inexact de croire que ce nom de Plaine se réduit à un pur concept d'altitude. Il tire toute sa valeur des contrastes nés de la composition du sol, de l'aspect de la végétation et des paysages, enfin de conditions économiques spéciales. Contrastes, d'ailleurs, parfois nettement tranchés, parfois aussi moins évidents, car il serait puéril de vouloir toujours assigner à un pays des limites partout rigoureuses et fixes, analogues à des limites administratives. Si la steppe ne finit pas brusquement sur le désert, à plus forte raison, là où l'homme a introduit toutes les nuances de la civilisation, une région ne saurait toujours mourir subitement pour faire place à une autre : il existe alors une zone de transition, où des pays différents se pénètrent, où leurs aspects propres se combinent et s'harmonisent. Tel est le cas de la mince bande de Grès bigarré qui limite la Plaine à l'Est de Rambervillers : on y retrouve d'abord, tout comme dans la Plaine que l'on vient de quitter, formes doucement vallonnées, prairies, houblonnières, villages agglomérés ; puis, peu à peu, on s'élève, les bois se font plus épais, avec, de temps à autre, des taches de

1. Consulter la *Carte de l'État-Major* et la *Carte géologique détaillée de la France*, à 1 : 80 000, feuilles n° 69 (Nancy), 70 (Lunéville), 84 (Mirecourt), 85 (Épinal).

2. L. GALLOIS, *La Woivre et la Haye : Étude de noms de pays* (*Annales de Géographie*, XIII, 1904, p. 207-222 ; — *Id.*, *Régions naturelles et noms de pays...*, Paris, 1908, p. 261-281.

Sapins ; dans les vallées apparaissent déjà les rigoles d'irrigation ; les champs de pommes de terre se multiplient, et de petites maisons de type nouveau se hasardent de-ci de-là, sans souci l'une de l'autre : c'est déjà la Montagne. Au Sud, avec l'épanouissement de cette même formation du Grès bigarré, la région de transition s'exagère au point de devenir, entre la « Plaine » et la « Comté », un pays particulier : la « Vôge », avec son moutonnement de forêts, ses vallées profondes et fraîches, ses herbages, ses champs d'avoine et ses attelages de bœufs. Au Sud-Ouest, la Plaine se resserre, s'amincit entre la Vôge et le Plateau¹, pour s'échapper ensuite dans la direction de Langres. Cette région des sources de la Meuse, où surgissent les « Montots », mame-lons isolés caractéristiques des confins d'entre Lorraine et Champagne, constitue un véritable seuil, une porte d'où débouchent les voies romaines de Langres à Cologne, à Strasbourg, la voie ferrée de Dijon à Nancy. A l'Ouest, c'est le pays des plateaux, plus élevés que la Plaine, plus calcaires, plus rocheux, plus boisés, avec leurs reliefs aux lignes raides, leurs promontoires, leurs buttes isolées, pays qui s'allonge au loin vers le Nord jusqu'à l'Ardenne et au Sud jusqu'au Berry. Vers le Nord, enfin, la Plaine s'ouvre largement. Au delà des vallées de la Meurthe et de la Moselle, les mêmes formations se poursuivent, mais largement épandues, jusqu'au Luxembourg et au Massif Rhénan : c'est longtemps encore la même topographie, mais plus usée, plus mûre ; l'orientation des vallées se modifie. Ce n'est plus la Plaine, ce serait plutôt ce qu'il conviendrait d'appeler la Basse Lorraine². La Montagne, en effet, n'existe plus ; les Vosges, réduites à une largeur de 30 km., s'élèvent à peine à 400-300 m. ; les formes se sont adoucies : routes, canal, voies ferrées passent très facilement. L'influence et le contraste de la Montagne ont disparu : seules, au Nord-Est de la Plaine, de larges plaques d'alluvions anciennes, stériles et boisées³, viennent encore rappeler la Montagne d'où elles sont descendues et marquer de ce côté la fin de la Plaine. Ainsi, vers le Nord, apparaît un pays ouvert, traversé par de larges vallées, sillonné par des voies de transit : là règne une vie économique intense ; des trainées de grosses agglomérations se dessinent ; le type industriel s'affirme de plus en plus avec l'exploitation de ressources minérales (sel et fer) absentes de la Plaine, qui, elle, reste isolée entre ses hauteurs et vouée à ses seules ressources agricoles.

C'est donc surtout d'un contraste avec les régions voisines que la

1. A la différence de M^r B. AUERBACH (*Le plateau lorrain*, Paris-Nancy, 1893), je réserve le terme de Plateau à cette partie Occidentale de la Lorraine, conservant toute sa valeur à cette appellation qu'est la « Plaine ».

2. Commandant O. BARRÉ, *L'Architecture du sol de la France*, Paris, 1903, p. 115 et suiv.

3. Forêts de Mondon, Parroy, Vitrimont.

Plaine tire son unité. La définir, ce serait l'opposer aux pays qui l'entourent, et cela est si vrai que l'appellation elle-même n'existe et n'a de valeur qu'à cause de ce contraste : l'habitant n'y a plus recours dès qu'on s'éloigne de la périphérie et que l'opposition devient moins sensible. Vers Vézelize, Bayon, Gerbéviller, ce nom semble ignoré : les Hauts Pays sont trop à l'Ouest, la Vôge trop au Sud, et, vers l'Est, la Montagne a perdu beaucoup de son individualité.

La Plaine ne présente pas une unité naturelle constitutive, telle que la Vôge, par exemple, ou les plateaux de la Craie, ou les plaines alluviales.

Ni la plastique, ni la nature du sol n'en font une région homogène et distincte. Les coteaux, constitués par les assises du Muschelkalk inférieur et des Marnes irisées ne se poursuivent pas, vers le Nord, les premiers au delà de Dombasle-devant-Darney, les seconds au delà de Mirecourt; d'autre part, ils ne sont pas spéciaux à la plaine, mais appartiennent aux formes auréolées qui caractérisent l'Est de la région parisienne. En second lieu, la Plaine n'est pas simplement le pays du calcaire, comme on la définit souvent, en s'efforçant de lui attribuer une unité qu'elle n'a pas, par opposition au pays du granite que serait la Montagne et au pays du Grès rouge qu'est la Vôge. Au Nord et à l'Ouest de la Plaine, il y a encore des calcaires, et enfin, à l'intérieur, outre le calcaire, il y a des formations arénacées (grès de l'Infralias), argileuses (Marnes irisées). Sur une carte géologique, la Plaine apparaît, en effet, comme essentiellement constituée par l'accolement de deux bandes de terrain : à l'Est, les calcaires triasiques; à l'Ouest, les couches de Lias; dans l'intervalle, au Sud, la zone étroite des grès infraliasiques, qui se traduit dans le paysage par un relief invariablement boisé, tandis que, au Nord de Mirecourt, là où le travail de l'érosion est plus avancé, il n'en reste que de rares fragments à la surface des Marnes irisées, de plus en plus développées.

Cette esquisse ne rend compte, toutefois, que très imparfaitement de la riche variété des roches¹ qui forment le sol de la Plaine, roches tendres en général, de nature et de composition différentes, mais où, dans l'ensemble, l'élément calcaire prédomine, et remarquables surtout par leur alternance rapide sur des espaces rapprochés. Sur une largeur de quelques kilomètres, se succèdent parfois des éléments calcaires, argileux, marneux ou siliceux.

La multiplicité, la diversité et l'alternance de ces roches sur un espace restreint, tout en exerçant une influence déterminante sur

1. A. BRACONNIER, *Description géologique et agronomique des terrains de Meurthe-et-Moselle*, Nancy-Paris, 1883, in-8, [vi] + 436 p., index, 264 fig. — Voir surtout les coupes du Lias, particulièrement celle du Lias inférieur à Nomeny et à Xeuilly (p. 167 et suiv.).

la fréquence des niveaux d'eau, ne devaient pas peu contribuer à imprimer au sol un caractère naturel de fertilité et à fixer ainsi les traditions agricoles du pays. La Plaine, c'est le pays de la terre chaude¹, de la bonne culture, alors que, à l'Est et au Sud, ce sont les terres froides de la Montagne et de la Vôge, avec leurs forêts, leurs pâtures et leurs maigres cultures, et que, à l'Ouest, ce sont les terres légères, rocailleuses des plateaux calcaires, avec leurs longues bandes boisées.

Dans l'esprit de ceux qui l'emploient, ce nom de Plaine éveille bien plutôt l'idée d'une unité agricole que celle d'une individualité physique bien accusée : car, pas plus qu'elle n'a un sol uniforme, un modelé caractéristique, elle ne possède un climat, une hydrographie à elle. Si elle jouit, en effet, d'une température un peu moins rigoureuse, mais plus irrégulière que celle de la Montagne, et si, en tant que région déprimée et beaucoup moins boisée, elle reçoit sensiblement moins de pluie que la Montagne ou le Plateau², il n'en est pas moins vrai, pourtant, qu'elle participe tout entière du rude climat lorrain ; quelques nuances ne suffisent pas à créer un type distinct. D'autre part, elle ne possède en propre aucun système de rivières, aucune rivière : à l'Est, Meurthe, Mortagne, Moselle, Madon arrivent après avoir parcouru déjà une partie de la Montagne ou de la Vôge, et, si les rivières de l'Ouest, Meuse, Mouzon, Vair, naissent dans la Plaine, elles n'y ont qu'une partie de leur cours.

11

La Plaine semblait prédestinée à être un pays agricole, et jusqu'ici, d'ailleurs, elle n'a été que cela.

Alors qu'elle est avoisinée par des régions où dominent presque exclusivement des éléments soit granitiques, soit gréseux, soit calcaires, chez elle, couches gréseuses, argileuses et calcaires se succèdent sur un très faible espace ; les eaux et la pente aidant, les divers éléments se pénètrent, se corrigent mutuellement ; l'argile s'incorpore la silice, et les éboulis calcaires descendant sur l'argile opèrent ainsi un marnage naturel.

Cette variété des sols est donc le principal facteur de la richesse

1. Cet aspect tout particulier de la Plaine au milieu de ses voisines, ce caractère exclusivement agricole, était déjà très sensible aux xvii^e et xviii^e siècles et au début du xix^e, tandis que la richesse en bois et en eaux courantes, le fer des plateaux calcaires, les grès de la Vôge expliquent, d'une part, le développement de la petite industrie métallurgique à la lisière occidentale de la Plaine, industrie qui a reflué et s'est concentrée dans la vallée de la Meuse, et, d'autre part, l'apparition des verreries de la Vôge, dont quelques-unes subsistent encore.

2. Sur toute la surface, la hauteur des précipitations annuelles est inférieure à 800 mm., alors que, sur les bords Est et Ouest, elle s'élève rapidement au-dessus de ce chiffre.

générale du terroir de la Plaine : aujourd'hui encore, le paysan, l'homme des terres chaudes, des bons pays, conserve un sentiment de fierté un peu dédaigneuse pour ses voisins plus pauvres, le montagnard de l'Est, le « Cendrillon » de la Vôge, qui, au siècle dernier, venaient chercher chez lui l'un, la chaux, l'autre, les cendres nécessaires « à l'engrais, au réchauffement à leurs terres »¹, et ce sentiment s'étend aussi à l'habitant des Hauts Pays de l'Ouest, où les « friches » abondent parmi les terres légères, maigres, rocailleuses².

Pays voué à la culture, la Plaine semble s'être adaptée dès longtemps, et une fois pour toutes, aux conditions imposées par le sol et le climat. Toutes les terres cultivées y sont encore soumises au vieux système de l'assolement triennal. Tandis que l'assolement biennal dans la Montagne, quadriennal dans la Vôge s'est substitué aux anciens modes, dans la Plaine, au contraire, la jachère s'est maintenue, parce qu'elle était liée étroitement à l'existence des « soles ».

On touche ici au trait le plus original, peut-être le plus ancien, de la culture dans ce pays. Toutes les terres arables, dans chaque commune, sont réparties en trois groupements équivalents, formant un ensemble compact, soumis successivement aux phases de la rotation triennale : ces groupements constituent les « soles », ou « saisons »³. Cette division, uniforme pour toutes les communes de la Plaine, semble avoir une origine des plus reculées. Certains y voient la conséquence du passage du type pastoral primitif au type agricole : il fallait assurer au bétail une compensation aux réductions subies par ses champs de parcours, du fait des déboisements et des défrichements ; le groupement des jachères lui ménageait ainsi régulièrement un vaste espace qui, désormais, n'était plus menacé par les progrès de la culture. D'autres y voient un fait d'ordre purement ethnique : des communautés sédentaires possédaient et exploitaient en commun des terres arables, au centre desquelles était le village, et qui étaient divisées en trois parts, en rapport avec le système de l'assolement.

1. Archives Nationales, Série KK, 1153-1172 : Enquête sur l'Agriculture en Lorraine, 1772. Recueil de renseignements de première importance pour reconstituer l'aspect économique de la Lorraine vers la fin de l'Ancien Régime.

2. Archives Nationales, Série KK, 1173, fol. 24. Village de Crepey : « Le territoire n'est partie que pierraille et les bleds y brûlent à la moindre sécheresse... Il y a fort peu de terres laissées incultes qui pourraient être cultivées. Les obstacles sont qu'il s'y trouve des pierres en quantité... Il s'y trouve dessous quantité de laves et de rocs qui font qu'on ne peut y mettre le soc de la charrue. »

3. Cette repartition existait encore dans certaines parties de l'Angleterre au XVIII^e siècle sous le nom d'« Openfield ». (PAUL MANTOUX, *La révolution industrielle au XVIII^e siècle...*, Paris, 1906, p. 332.) — A. MEITZEN a aussi étudié pour l'Allemagne cette forme ancienne de la culture dans le *Handbuch der politischen Oekonomie* de G. VON SCHÜTZING, 1, Tübingen, 1893, p. 127-201. Voir aussi ses articles dans le *Handwörterbuch der Staatswissenschaften* de J. CONRAD aux mots : *Feldgemeinschaft, Hufenverfassung, Flurzwang*.

Plus tard, la propriété se serait individualisée dans ce cadre définitivement fixé, tandis que l'exploitation continuait à se faire en commun¹.

Malgré les inconvénients dont souffre le paysan du fait de ce vieil état de choses, il ne semble pas près de disparaître. Bien audacieux serait celui qui ne reculerait pas devant le maquis de la procédure en osant « dessaisonner », par exemple ensemercer de l'avoine dans la saison des blés. C'est la persistance de cet ancien mode de culture qui explique ainsi pourquoi la Plaine, vieux pays agricole, continue à faire porter son effort vers la production des céréales et du blé en particulier². Longtemps, la région de Vaudémont et de Vézelize a été considérée comme « le grenier à blé » de la Lorraine. Actuellement encore, dans le Xaintois, 62 p. 100 du territoire labourable sont consacrés à la culture des céréales.

Toutefois, devant les exigences modernes, une transformation de la culture devait se produire. Le système de l'assolement restant nécessairement fixe, la jachère a laissé une certaine latitude au paysan de la Plaine, mais du jour seulement où fut restreint le droit de vaine pâture. Rompant peu à peu avec cette idée, profondément arrêtée dans son esprit, que la terre a besoin de repos, il a substitué progressivement à la jachère nue la demi-jachère. Cette évolution s'est dessinée dès le xviii^e siècle, sous la pression de la nécessité, avec l'introduction de la pomme de terre³. Elle s'est accentuée au cours de ces vingt dernières années, devant la nécessité nouvelle de procurer une alimentation rationnelle à un troupeau devenu plus nombreux.

Tout comme les procédés d'exploitation et la nature des cultures, le mode de la propriété traduit ce caractère, inhérent à la Plaine, de

1. Cette explication rend compte du maintien vivace, sous des formes multiples, du vieil esprit de communauté dans les villages de la Plaine. Elle permet de comprendre aussi la division du sol en parcelles de surfaces et de formes se rapprochant d'un type invariable (le jour ou journal, 20 a. et quelques centiares) et, d'autre part, la dissémination de ces parcelles sur tout le territoire, dissémination très sensible, en particulier, dans les patrimoines anciens, malgré les multiples remaniements. Aujourd'hui, enfin, le type agricole du mir en Petite Russie, avec son territoire divisé en trois saisons (celle qui se repose, « toloka », correspondant à nos jachères, « versaines » en Lorraine) et avec, à l'intérieur de chaque saison, des zones plus ou moins fertiles, où chaque d'vor a sa parcelle, rappelle étrangement cette phase primitive de l'exploitation du sol.

2. CÉSAR déjà s'approvisionnait en blé dans la pays des Leuques (*De Bello Gallico*, I, 40). Au xviii^e siècle, TURGOT, intendant des Trois Evêchés, déclare que le roi tire de la Lorraine pour la subsistance de son peuple au moins les deux tiers de ses grains. (Bibliothèque de Nancy, Manuscrits, N, III.)

3. Importée par les Suédois, elle descendit de la Montagne dans la Plaine, où elle apparait entre 1730 et 1740. — Voir: CHARTON, *Histoire de l'introduction de la pomme de terre dans les Vosges (Annales de la Société d'Emulation des Vosges, XII, 4^e cahier, Année 1867, Epinal-Paris, 1868, p. 159-184)*. — Les registres de la série KK, aux Archives Nationales, contiennent une vraie moisson de renseignements sur les débuts de cette culture en Lorraine. Ils montrent qu'elle fut reçue avec enthousiasme par les pauvres, mal vue au début des « laboureurs » et des curés, qui lui reprochent de dégraisser la terre et de retarder les semailles du blé.

vieille unité agricole. C'est, en effet, un pays de petite culture, où l'exiguïté des « gagnages »¹ se complique d'un morcellement extrême, à la différence de la Montagne, où la topographie, la nature du sol et aussi le mode de peuplement expliquent le caractère compact des exploitations. Les exigences des anciennes conditions de la culture s'étant maintenues, chaque bien est réparti en trois portions à peu près égales dans chacune des trois saisons, division nécessitée aujourd'hui par le souci d'obtenir un revenu annuel à peu près uniforme. A l'intérieur de chaque saison, les différentes portions sont loin de former un ensemble d'un seul tenant : elles se subdivisent en une quantité de lopins, disséminés à tous les bouts de la saison, sous forme d'étroites bandes rectangulaires, d'étendue généralement équivalente. Ce morcellement dégénère en un véritable émiettement dans les vallées, où le terrain est plus riche, près des villages, où se serrent les « chenevières » minces et effilées, dans les prairies et dans les vignes, là enfin où chaque membre de la famille a tenu à avoir sa part du patrimoine.

Les inconvénients de ce morcellement à outrance étaient signalés dès le xviii^e siècle². Aujourd'hui encore, ils restent aussi sensibles : grandes pertes de temps, difficultés de drainage, obstacle à l'extension des pâtures, adoption tardive des machines agricoles, dont l'emploi rationnel est presque impossible. La communauté des cultures par le système des saisons atténue un peu le mal, car le champ de parcours du paysan ne dépasse pas l'étendue de la saison. Et d'ailleurs, à présent, il semble bien qu'une réaction se dessine : la population diminuant, les propriétés tendent à se concentrer ; les familles diminuant, les fractionnements deviennent moins fréquents. Le cultivateur, enfin, que la rareté de la main-d'œuvre oblige à recourir aux machines, que la nécessité de l'élevage contraint à créer des pâtures, des enclos, ressentant aujourd'hui plus vivement que jamais tout ce qu'un tel morcellement a de fâcheux, s'efforce, par voie d'acquêts, d'échanges, de mutations, de réunir des parcelles, de grouper ses propriétés, en constituant des sortes de noyaux, qu'il grossit sans cesse par l'adjonction de terres voisines³.

Le village, enfin, apparaît bien comme l'organisme qui est né et a vécu sans altération notable, dans ce milieu auquel il s'est adapté de longue date. Se serrant tout au centre de son terroir, avec l'infini morcellement de ses champs, il semble, au printemps, comme flanqué

1. Dans la Plaine, sur 1000 exploitations, 904 ont moins de 10 ha.

2. Archives Nationales, F¹² 565 : Journal de la Tournée de M^r de Lazowsky, inspecteur ambulant (provinces d'Alsace, Lorraine, Trois Évêchés), 1785.

3. Cette tendance est particulièrement sensible là où l'élevage se développe et où, par suite, l'expérience a déjà démontré l'avantage d'une parcelle opération : à Châtenois, de 1836 à 1900, 150 terrains sont passés de 30 à 50 a. ; il s'est constitué 52 propriétés d'un seul tenant, variant de 70 a. à 3 ha.

de deux énormes taches, — l'une brune : les jachères, ou versaines, — l'autre plus vaste et verdoyante : les blés et les avoines en herbe. Extrêmement rares sont les écarts : hameaux, granges de la Montagne ou de la Vôge sont ici inconnus. Seules, quelques fermes isolées sont les témoins, le plus souvent, d'une ancienne fondation religieuse, ou, plus rarement, d'un défrichement entrepris autrefois par un riche particulier, seigneur ou bourgeois. Elles se localisent au contact des zones boisées, au détriment desquelles elles se sont toujours établies¹. Le type du village aggloméré, compact, correspondant à des groupes de cinquante à soixante feux en moyenne, est celui de toute la Plaine². Et cette formation résulte à la fois des conditions naturelles (topographie, sol, hydrologie) et aussi des circonstances dans lesquelles s'est effectué le peuplement. A la différence de ce qui se passe pour la Vôge et pour la Montagne, la formation de la communauté ne fut pas le résultat d'une série d'efforts lents et pénibles, mais, le plus souvent, d'un groupement simultané. Sur ce terrain, généralement fertile et immédiatement utilisable, les « finages » se sont resserrés; tandis que, dans la Montagne, ils s'étendirent démesurément, chaque nouveau colon cherchant où défricher et établissant sa demeure sur le fonds même qu'il mettait en culture.

Tout comme le village, la maison du paysan de la Plaine présente un type commun, précisément parce qu'elle répond à des exigences, à des traditions communes. Son aspect solide et massif reflète le but que, de tout temps, l'homme s'est proposé en l'édifiant : réunir et abriter dans un espace unique tout ce dont il avait besoin, lui, sa famille et son bétail, problème, d'ailleurs, facile à résoudre avec l'abondance et la variété des matériaux de construction dont il disposait. Ce type s'est transmis fidèlement de génération en génération, ne subissant que les modifications nécessitées par les progrès de la culture et du bien-être : le toit s'est exhaussé, les planchers ont remplacé la terre battue, des fenêtres plus grandes se sont substituées aux baies étroites à barreaux de fer; parfois, les murs ont été recouverts d'un badigeon, tandis qu'un hangar s'accolait à un mur pour loger les machines. Mais la disposition de cette demeure est restée caractérisée par la juxtaposition des logements et des engrangements.

Entre toutes ces maisons au type uniforme, entre tous ces hommes qui accomplissent ensemble les mêmes travaux, sur le même terrain,

1. Une première série, au Sud de Mirecourt,enserre curieusement les bois du grès infraliasique; une seconde, dans la région de Vaudémont, rappelle l'emplacement des petits bois du grès médioliasique, qui ont disparu presque complètement.

2. Cet aspect compact est surtout caractéristique de la partie liasique : il se modifie lorsqu'on aborde la région plus calcaire du Muschelkalk, pour adopter la forme étirée dans le fond des vallées à la recherche de l'humidité, alors que, sur le Lias, les villages choisissent de préférence les petites éminences.

et sont solidaires des mêmes épreuves, il persiste une réelle communauté. Le village, tout comme la famille, travaille en commun. L'unité des méthodes de culture continue à s'imposer, et, si la vieille communauté des terres a disparu depuis longtemps, du moins, aujourd'hui encore, l'on exploite toujours en commun. Si l'ancienne forme de la collectivité tend à se réduire devant la force avec laquelle s'affirme chaque jour la propriété individuelle, elle semble, pourtant, renaître dans le vieux cadre du village, sous l'aspect moderne d'un groupement libre et volontaire, d'une association nouvelle et raisonnée des intérêts communs. Ainsi le village persiste à conserver sa vieille individualité : il reste un groupement de petits cultivateurs, installés sur un territoire commun et exploitant eux-mêmes, dans des conditions et avec des procédés identiques.

Ce caractère de pays proprement agricole s'affirme encore davantage du fait que son peuplement est uniquement constitué par ces petites unités agricoles que sont les villages. Jamais la Plaine n'a connu la vie urbaine; elle ignore les grosses agglomérations des zones de passage, des pays d'industries, tout comme les grands espaces solitaires des plateaux calcaires¹. Seule, la vallée de la Moselle, avec sa trainée de gros centres, fait tache au milieu de la Plaine. Mirecourt, avec ses 5 000 habitants, est le vrai centre de la Plaine, par sa position sur le Madon, au contact du Xaintois, à égale distance de la Montagne et du Plateau. Au Moyen Age, Mirecourt était déjà considéré comme une sorte de petite capitale : ce fut le chef-lieu du grand bailliage de « Vogé », qui déborda longtemps à l'Est et au Sud au delà de la Plaine. Aujourd'hui, c'est le point de croisement des voies ferrées; avec ses foires mensuelles, c'est toujours un centre important pour la vie rurale du pays; enfin, c'est l'endroit où fabricants et patrons continuent à centraliser et aussi à fabriquer eux-mêmes les produits de l'industrie familiale, violons, dentelles, broderies. Mirecourt n'en reste pas moins un bourg, une sorte de grand village (vu de l'Est, c'est bien l'impression qu'il donne), qui, par sa position, ses vieilles traditions, s'est détaché des autres villages, tout en conservant, dans sa fonction de centre de la Plaine, l'aspect de ce pays agricole.

III

La variété des sols, qui contribue essentiellement à la richesse générale du terroir de la Plaine, est, en même temps (la topographie

1. Huit localités seulement ont plus de 1 000 hab. Parmi elles, six chefs-lieux de canton, gros bourgs ruraux; les deux autres sont Martigny-les-Bains (1 052 hab.), avec un établissement d'eaux minérales; Tantonville (1 006 hab.), avec sa grande brasserie (production moyenne annuelle : 420 000 hl.).

intervenant aussi pour une grande part), l'origine de la diversité des aspects et des ressources. A la culture, qui toujours est restée la préoccupation essentielle du paysan, viennent s'adjoindre les pâtures, dont le rôle grandit chaque jour, les vergers et les vignes, au flanc des coteaux, et enfin la forêt, qui, bien que très réduite au profit des « champs », n'en conserve pas moins une place très importante dans l'économie rurale.

D'abord, les zones où affleurent les couches triasiques et liasiques, tout en restant exclusivement agricoles, offrent à la culture des conditions différentes. La bande du Lias apparaît plus avantagee que sa voisine. Les éboulis calcaires qui fertilisent les marnes du Lias font généralement défaut aux Marnes irisées. Celles-ci, ne sont surmontées presque toujours que par les dolomies et les grès de l'Infralias; aussi conservent-elles leur nature de terres fortes, compactes, disposées le plus souvent en talus, et rendent-elles la culture bien plus pénible. Les calcaires des couches supérieures du Muschelkalk, jaunâtres, compacts, très fissurés, se dessèchent rapidement pour peu qu'ils soient éloignés d'une assise d'argile : alors apparaissent (comme aux environs des Vallois) haies et buissons, si rares ailleurs dans la Plaine. Tout autres sont les calcaires du Lias, blenâtres et tendres, où l'humidité est entretenue par les multiples intercalations de couches marneuses et où souvent l'abondance des phosphates vient encore accroître la fertilité naturelle du sol. Aussi, de nature plus sèche et de composition moins riche, bien que très propre à la production des céréales et au développement des prairies artificielles, le terroir du Muschelkalk ne saurait porter de récoltes comparables à celles du Lias, qui, lui, est la région riche, le pays de la terre à blé, bande fertile qui se prolonge depuis les confins de la Bourgogne jusqu'au pied de l'Ardenne, bande formée elle-même d'une succession de petits pays auxquels sont allés des dénominations particulières, leur individualité étant apparue très nette au contact de la région plus rude de l'Ouest : dans la Plaine, c'est, au Centre, le Xaintois; plus au Nord, le Vernois; au Sud, le Bassigny¹, et, plus loin vers le Morvan, l'Auxois, le Bazois.

Obéissant aux conditions nouvelles de la culture et au marché moderne, le paysan commence à secouer le joug des vieilles traditions; il devient progressivement un petit éleveur : l'exploitation pastorale devient de moins en moins accessoire². Cette évolution est particulièrement sensible dans les parties avantagées par leur nature

1. L. GALLOIS, *Régions naturelles et noms de pays...*, p. 253-260, et *Annales de Géographie*, X, 1901, p. 115-122.

2. CHARLES LAFITE, *L'Agriculture dans les Vosges*, Reims, 1904. — La partie de la Plaine comprise dans le département des Vosges consacrait à la production herbagère 17 p. 100 de son territoire agricole en 1892, 23 p. 100 en 1902.

marneuse : toute la région des marnes du Lias, et plus spécialement la partie qui s'étend du Bassigny au Xaintois, évoque déjà presque l'aspect d'un pays herbager, physionomie originale dans ce pays de culture¹. Pas de haies, pas de lignes d'arbres ; les clos succèdent aux clos, le réseau des « landes » s'entre-croise dans la plaine ; rien que l'étendue verdoyante, avec les petites taches rouges et blanches des « stations » nouvellement élevées pour le bétail. Ces prairies à l'herbe courte et drue, riches en Légumineuses, grâce à la présence des éléments calcaires, sont très propres à l'engraissement. Aussi est-ce sur la race bovine que se concentre l'effort de petit éleveur de la Plaine, et le mouton, l'animal des plateaux calcaires², y est passé au second plan. Tandis que la Vôge consacre ses prairies à l'élevage de bœufs robustes destinés à la culture, et que la Montagne vise surtout à la production du lait pour la fabrication de ses fromages, la Plaine oriente son élevage vers la production de la viande³.

Ainsi le paysan de la Plaine, tout en restant essentiellement un cultivateur, tend à associer de plus en plus étroitement les ressources de l'élevage à son exploitation rurale. Grâce à la nature du terroir, il a pu, en entrant dans cette voie nouvelle, se prêter, dans une certaine mesure, aux exigences modernes de la culture.

Ce sol, d'ailleurs, par sa variété, lui ménageait d'autres ressources qu'il a depuis longtemps utilisées ; elles sont venues s'associer à la culture, tout en diversifiant le paysage au point de lui donner parfois une physionomie originale au sein de la Plaine. Indépendamment de la nature du sol, la disposition du pays en terrasses, surtout dans la partie méridionale, l'orientation de ces talus, tous exposés au soleil levant et abrités contre les vents froids du Nord, la durée des fortes chaleurs de l'été, qui souvent se prolongent jusqu'en septembre, la fréquence des automnes chauds et lumineux et enfin la difficulté des labours à flanc de coteau ont fait que, de longue date, en haut de ses champs, le paysan possède son verger et souvent sa vigne, où il monte dans les moments de loisir que lui laissent les travaux des champs.

Si la Vôge est fière de ses cerises à kirsch, la Plaine possède ses

1. Châtenois : superficie des prés et pâtures en 1880, 320 ha. ; en 1906, 397 ha. ; — Sandaucourt : superficie des prés et pâtures en 1889, 170 ha. ; en 1900, 283 ha. — Dans la même période, à Sandaucourt, la superficie des terres cultivées tombait de 885 à 550 ha.

2. C'est sur le plateau, à quelques kilomètres de la Plaine, que furent créées les fermes modèles de Rorthey et la Hayevaux pour l'élevage du mouton.

3. Dans les régions du Bassigny, à Châtenois, à Dompaire, il existe déjà toute une catégorie d'éleveurs, de « nourrisseurs », possédant de grands enclos, où ils enferment pour l'été les jeunes bovins achetés vers la fin de mars. L'automne venu, ils écoulent leurs élèves, une partie dans le pays même ; une autre, la plus grande, vers Nancy, Paris, Metz et les pays annexés ; une autre, enfin, de plus en plus réduite, vers la Montagne, qui, élevant peu pour produire plus de lait, achète à la Plaine la plupart de ses vaches laitières.

prunes, mirabelles et quetsches. Très souvent, de loin, les vergers donnent l'impression d'un petit bois à flanc de coteau entourant les villages : c'est le cas surtout pour le talus qui borde la Vôge, pour les abords de la côte de Montfort et tout particulièrement pour les confins du Xaintois, où, dans le grand rentrant abrité de la saillie jurassique, les vergers se pressent en si grand nombre que leurs fruits font l'objet d'un véritable commerce et sont d'un grand rapport dans les années où une gelée tardive n'a pas arrêté la sève.

La vigne apparaît aujourd'hui dans la Plaine comme une culture accidentelle, très localisée et traversant une crise décisive. Naguère encore, non seulement elle recouvrait les flancs des coteaux bien exposés, mais elle descendait même à la base des talus, s'avancant sur les terrasses mêmes, ainsi qu'en témoignent la foule des lieux-dits rappelant son ancienne extension¹. De tout temps, pour cette culture délicate, il avait fallu compter avec les rigueurs du climat : successivement sont survenues des causes de plus en plus graves de décadence. L'apparition du phylloxéra a précipité la ruine : désormais, la destruction complète des anciens vignobles n'est plus qu'une question de temps². Les capitaux manquent pour l'importation des plants américains ou plutôt répugnent à aller à une culture qui a causé tant de mécomptes. Les vignes pour la plupart deviennent friches ; beaucoup sont transformées en vergers ou converties en bois, généralement de Conifères.

Enfin, la Plaine, sans être comparable aux régions de l'Est et de l'Ouest, est loin, pourtant, d'être entièrement dépourvue de forêts³. Les bois qu'elle possède sont presque toujours restés nettement localisés là où le sol était peu propice à la culture et par contre très favorable à la poussée forestière. Une première zone de ces bois accompagne l'affleurement des grès de la base du Lias et n'acquiert ainsi une réelle importance que dans le Sud-Ouest. Cette bande boisée continue, surmontant les grès, non seulement détermine la présence d'un abondant réservoir d'eau filtrée, mais protège vignes et vergers des Marnes irisées contre les vents du Nord, les orages de grêle ; elle assure l'alimentation en combustible des deux lignes de villages qui la suivent de part et d'autre. Une seconde zone, très discontinue,

1. Le duc François (1730) et Louis XV (1751) durent interdire d'« avigner des terres arables », tant l'engouement était grand, malgré la perspective de disettes alors toujours possibles. (Archives Nationales, KK 1162-1172. Enquête sur l'agriculture en Lorraine, 1772.)

2. *Rapport du professeur départemental d'Agriculture au Conseil Général des Vosges (Annuaire des Sessions du Conseil Général des Vosges, Épinal, 1904).*

3. Rares et petites sont les communes tout à fait privées de bois : car, outre les bois de la Plaine, ceux des grands districts forestiers de la périphérie contribuent à approvisionner les nombreux villages établis sur leurs confins immédiats. Pour la partie de la Plaine comprise dans le département des Vosges, 5 communes seulement (dont 3 ont moins de 100 hab.) ne possèdent absolument aucun bois.

jalonne l'affleurement du grès médioliasique, en présentant l'aspect d'une série de petits bois accidentant pittoresquement la dépression fertile du Lias, sortes d'avant-postes détachés de la grosse masse des forêts du plateau à l'arrière-fond. Leurs noms, d'ailleurs, caractérisent très bien leur nature maigre et chétive relativement aux hautes futaies des grandes forêts de l'Ouest¹. Le même aspect se prolonge jusqu'au delà de Nancy (Bois de Fléville, Saulxures), avec un temps d'arrêt dans le Vaudémont, où il a été presque complètement oblitéré par les progrès de la culture. Toujours ces petits bois viennent coiffer curieusement les avancées de la corniche jurassique, garnissant de préférence les pentes plus raides opposées aux vents humides, réduisant ainsi l'action de l'érosion, alors que les cultures occupent la plate-forme du sommet. Il existe enfin, à l'Est de la Plaine, une troisième zone boisée, elle aussi essentiellement discontinue, irrégulière. Elle est formée par les forêts qui recouvrent les alluvions anciennes descendues des Vosges, dont les longues traînées isolent la Plaine au Nord-Est et dont les multiples témoins escortent les grandes vallées, Meurthe, Mortagne et Moselle. Entre tous ces bois se détache le vaste massif de la forêt de Charmes, constituant, avec ses six à sept mille hectares, une sorte de petit pays à part (Saint-Remy-aux-Bois, Damas-aux-Bois, Verrerie de Portieux).

Sans jamais être appelée à jouer dans la vie rurale un rôle aussi essentiel que dans certaines parties des Hauts Pays (Midrevaux, Brechainville), de la Vôge et de la Montagne, où parfois une population tout entière vit de la forêt et uniquement d'elle², la forêt dans la Plaine reste, cependant, étroitement associée à l'exploitation agricole, en fournissant au paysan un précieux complément de ressources. Presque toujours le caractère de propriété communale s'est maintenu, et la persistance de vieilles habitudes collectives continue à se traduire très nettement dans le mode de jouissance de ces bois.

IV

Ainsi la Plaine ne saurait être représentée comme un pays de culture uniforme, bien que la culture y demeure partout la préoccupation essentielle associée plus ou moins étroitement avec l'exploitation forestière et pastorale.

Mais, toutefois, traversant la Plaine en écharpe, il est un pays qui, par tous ses caractères, tranche sur le reste de la région. C'est

1. Le Bois d'Enfer (Aingeville), le Haut de Genièvre (Sandaucourt), Aingeville la Quoquillotte (Repel), le Menu Bois (Aboncourt), etc.

2. D'après M. von TEIX (*Das Moselgebiet*, Berlin, 1905, p. 173 et suiv.). Le taux de boisement de la Montagne et de la Vôge varie de 46 à 42 p. 100; celui du Coralien s'élève jusqu'à 78 p. 100; celui de la Plaine n'excède pas 10 p. 100.

une sorte de grand trait dirigé à travers la Plaine pour unir la Montagne au Plateau, et la vallée elle-même qui le constitue semble avoir emprunté sa nature, son aspect et sa vie aux pays qu'elle unit. Sur son fond plat, d'une largeur de 1 200 à 1 500 m., la Moselle, aux méandres rares et allongés, aux bancs de sable mobiles, glisse rapide, avec ses eaux d'une limpidité inconnue aux rivières de la Plaine, et, sur les prairies actuelles, sillonnées par les multiples rigoles d'irrigation, entourées de leurs Saules et de leurs grands Peupliers, se dressent les hautes cheminées de couleur crue, s'échelonnent les constructions neuves des cités, qui se serrent entre la route, le canal et le chemin de fer.

Sur ce sol emprunté à la Montagne, naturellement stérile, incessamment menacé par le cours capricieux de la rivière, des barrages, plantations, travaux de soutènement ont arrêté les divagations de la rivière : le sol s'est fixé, et les prairies sont apparues, fertilisées par les irrigations tout comme le sol de la Montagne¹. Puis la Moselle, jusqu'alors simple cours d'eau flottable où descendaient les bois de la Montagne, s'est doublée d'une voie navigable, le canal de l'Est². De même que la vallée était un lieu de passage³, le canal ne devait être qu'une voie de transit. Mais, alors que, naguère encore, on passait dans ce couloir sans s'arrêter, hommes, convois et bateaux y stationnent maintenant. L'action de ce canal, s'ajoutant à celle du chemin de fer, a provoqué un véritable essor industriel le long de la Moselle en aval d'Épinal. Une partie de l'industrie de la Montagne est descendue dans le couloir, au moment où les moteurs à vapeur, se substituant progressivement à l'énergie hydraulique, faisaient de la houille une nécessité : filatures et tissages de la Montagne ont essaimé vers la Plaine⁴. A côté des anciens villages, qui s'écartaient prudemment sur les terrasses ou les sommets des versants, et qui, presque tous, s'étaient installés sur les coteaux de la rive droite, où les sources étaient le plus abondantes et où passait l'antique voie romaine, les grosses agglomérations actuelles se développent, au contraire, sur la rive gauche, où passe la grande route moderne, chemin de fer et canal, et elles se sont établies sur le fond même de la vallée, n'ayant plus à redouter les écarts de la rivière et se rapprochant le plus possible

1. Cette œuvre fut entreprise, dès 1830, par les frères Dutac de Charmes.

2. Il ne fut ouvert qu'en 1883. Les projets de jonction Saône-Moselle remontent à l'époque de César. Voir : TACITE, *Annales*, XIV, 53.

3. De tout temps, les hommes suivirent la vallée, tronçon de la vieille voie de terre unissant le Rhône et le Rhin, le Midi et le Nord : la route lorraine de Bâle à Metz la suivait sur toute sa longueur. Les petites villes fortes d'Épinal, Châtel, Charmes, Bayon s'établirent sur ses versants pour en défendre les abords.

4. Entre Charmes et Épinal s'échelonnent quatorze filatures et tissages, avec 45 500 broches, 1 800 métiers. (*Annuaire Statistique du département des Vosges*, 1908.) — A signaler aussi la grande blanchisserie et teinturerie de Thaon, qui, avec ses 2 000 ouvriers, est actuellement en France le plus grand établissement de ce genre.

des nouvelles voies¹. Le phénomène est particulièrement sensible pour la partie de la vallée en amont de Charmes, c'est-à-dire celle qui reste en contact direct avec la Montagne. Là, sur ce tronçon de moins de 30 km., la population est passée, en vingt ans, de 11000 (1886) à 28000 hab. (1906). La moyenne par commune s'élève actuellement à 1650 hab.; un simple village comme Thaon, qui, en 1846, ne comptait que 431 hab., passait en 1886 à 3153, en 1906 à 6117². Cette population conserve un caractère presque entièrement exotique : elle est venue se planter sur un coin de la Plaine agricole et faire contraster davantage la vallée de la Moselle avec l'ensemble de la Plaine. Très rares sont, en effet, les familles de la Plaine qui sont venues s'y fixer : le pays tout entier semble encore rester indifférent à cette forme de vie si nouvelle pour lui; seules, les populations rurales avoisinantes ont vu ainsi apparaître, tout proche, un débouché nouveau et assuré pour leurs produits.

Le pays qu'est la Plaine ne saurait donc être considéré en lui-même pour manifester son individualité : il risquerait peut-être de ne paraître qu'une surface arbitrairement découpée au sein de la Lorraine. Dépourvue d'un sol homogène, privée d'un modelé uniforme et bien à elle, n'ayant enfin ni des cours d'eau, ni un climat qui lui appartiennent en propre, la Plaine, cependant, dès qu'on la replace dans son milieu, se détache des régions voisines. Et par la seule force tirée du contraste, grâce aussi à son ancien caractère de riche pays agricole, elle a exercé une action décisive sur la formation de la Lorraine, sur la réunion de la Montagne au Plateau.

Liée à la Montagne par les colonies dont elle l'avait peuplée et par la réciprocité des besoins, jamais ses destinées n'en furent dissociées. Bailliage des Vosges, Archidiaconé de Vôge, Diocèse et Département des Vosges, toujours ces divisions diverses et multiples respectèrent l'antique association, complétée, à l'Ouest, par le grand rempart du plateau, dont la possession était un gage indispensable de sécurité pour le paysan de la Plaine. Cette union se dessina, pour la première fois, au cœur même de la Plaine : Châtenois, puis Mirecourt, Vaudémont, les premières « capitales », formèrent le noyau de cet ensemble si harmonieux appelé à devenir la Lorraine. Mais,

1. Charmes descend de son coteau dans la vallée : déjà un grand faubourg, le Bout du Pont, s'est installé sur les alluvions modernes de la Moselle.

		Nombre d'habitants.	
		1866	1906
2.	Villages de la rive droite	5078	7444
	Villages de la rive gauche	6697	20823

Cet essor industriel gagne de plus en plus la partie de la Moselle en aval de Charmes, semblant ainsi aller à la rencontre du grand foyer industriel de Naney; là, en effet, la moyenne de la population par commune s'élève déjà à 800 hab.

comme sa disposition l'y prédestinait, la Plaine déborda vers le Nord : Nancy, Lunéville apparurent, et la Lorraine prit forme, devant encore longtemps hésiter entre les deux directions opposées du Rhin et de la Seine, vers lesquelles elle était également sollicitée.

Or, tandis que ce déplacement s'opérait vers le Nord et qu'évo-luaient les destinées de cette province sortie d'elle, la Plaine se confinait de plus en plus dans son isolement. Toujours elle était demeurée à l'écart des grandes voies de passage ¹. Déjà autrefois, à l'époque gallo-romaine, les grandes routes venant de Langres, après avoir franchi le seuil du Bassigny, s'écartaient l'une à l'Ouest, pour passer sur la corniche jurassique, se dirigeant vers Toul, Trèves et Cologne, l'autre, laissant la Plaine à l'Est, pour suivre sa limite même dans la direction du Donon et de Strasbourg. Aujourd'hui, les grands courants Paris-Strasbourg, Paris-Bâle passent au Nord et au Sud, et les lignes actuelles qui traversent la Plaine sont pour la plupart d'ordre stratégique ; leur rôle géographique (à l'exception, toujours, de la vallée de la Moselle) est moins économique que démographique, leur influence ayant été surtout décisive sur le phénomène de la dépopulation.

Restée ainsi en dehors des grands courants, la Plaine a plus facilement poursuivi ses destinées agricoles. Tandis que toute la vie semble refluer vers les grands foyers économiques de la Basse Lorraine et de la Montagne, elle se consacre à son antique fonction, elle continue, comme par le passé, le travail de sa terre, conservant, à peine modifiés, ses traits anciens, demeurant essentiellement le vieux pays de culture dans l'ensemble si complexe de la Lorraine.

GASTON GRAVIER.

1. La vallée de la Moselle est le seul grand chemin qui traverse la Plaine, et son influence est restée limitée aux parois mêmes de la vallée.

III. — NOTES ET CORRESPONDANCE

LA LOCALISATION DES CULTURES EN ARGENTINE

Les progrès de la colonisation en Argentine se traduisent par une adaptation de plus en plus parfaite de l'agriculture et de l'élevage aux conditions du milieu physique : chaque année d'expériences précise les limites de l'aire où telle culture est profitable; l'individualité de chaque région apparaît plus clairement; les méthodes d'exploitation du sol se spécialisent. La concentration progressive des cultures est démontrée par les résultats du dernier recensement¹. La nature du sol et le climat sont les facteurs déterminants de la localisation des cultures; mais des causes d'ordre différent exercent également une influence qu'il n'est pas permis de négliger : l'éloignement des ports et le dessin du réseau des voies ferrées; les variations du marché où l'Argentine écoule ses produits; enfin, la distribution de la propriété, car la petite et la grande propriété ont chacune leurs préférences en fait de cultures.

La plaine de la Pampa, qui comprend toute la province de Buenos Aires, une partie de celles de Cordoba et de Santa Fé, et à laquelle il faut ajouter la Mésopotamie (Corrientes et Entre Rios) entre le Parana et l'Uruguay, est loin d'être partout semblable à elle-même. Les éléments qui forment le sol de la Pampa sont de plus en plus ténus à mesure qu'on avance de l'Ouest vers l'Est. Les limons et les argiles y remplacent peu à peu les terrains sableux. Une bande de 100 km. de large et de 300 km. de long, qui suit le Parana de Santa Fé à Buenos Aires et s'étend vers l'Ouest jusqu'à la dépression marquée par l'Arroyo de las Tortugas et le Rio Salado, a toujours eu la réputation de comprendre les meilleures terres de la République. Dans ses limons épais et compacts sont creusées les berges en falaise du Parana; les puits s'y conservent sans maçonnerie; le drainage en est assuré, car les pentes y sont relativement fortes. « Cette région... se prête admirablement à l'agriculture...; elle peut être considérée comme la terre de labour par excellence de l'Argentine »². C'est l'opinion déjà exprimée par la Commission de l'Enquête agricole de 1902-1904³. A l'Ouest de cette zone, les terres sont plus légères et plus perméables; elles ne conservent pas l'humidité et ne se prêtent aux cultures que si la nappe d'eau souterraine est assez voisine de la surface. Le vent déplace les particules de sable, et il existe même, dans la province de Buenos Aires, une double ligne de dunes mortes fixées par la végétation. La présence d'humus végétal corrige fréquemment la légèreté du sol; en revanche, les bancs de concrétion cal-

1. *República Argentina, Censo agropecuario nacional. La Ganadería y la Agricultura en 1908*, Buenos Aires, 1909, 3 vol. in-4.

2. PABLO LAVENIR, *Agrología de la República Argentina (Censo agropecuario, III, Monografías, p. 178)*.

3. *Investigación agrícola en la región septentrional de la provincia de Buenos Aires. Informe presentado por RICARDO Y HUERGO (Ann. Min. Agric. Buenos Aires. 1904)*.

caire de la Tosca, ailleurs des dépressions sans écoulement, où les eaux séjournent, sont un obstacle à la colonisation. La partie orientale de la province de Buenos Aires, au Sud de l'estuaire, où règnent des argiles grises, est marécageuse sur de grandes étendues. La hauteur des pluies diminue régulièrement de l'Est à l'Ouest ; le Parana coule dans la zone des pluies abondantes (plus de 800 mm.), tandis que la Sierra de Cordoba appartient déjà à la région semi-désertique. La réduction de la hauteur des pluies vers l'Ouest est plus sensible dans le Nord que dans le Sud de la Pampa, parce que la chaleur et l'évaporation y sont plus fortes.

Dans l'ensemble, la zone des labours s'étend, et l'agriculture gagne peu à peu sur l'élevage : la province de Santa Fé, le centre agricole le plus ancien, ne possède plus que 28 p. 100 du total des terres cultivées, au lieu de 40 p. 100 en 1895, tandis que Buenos Aires, dont les progrès ont été beaucoup plus rapides, en compte 41 p. 100, au lieu de 30 p. 100, et Cordoba, 49 p. 100, au lieu de 12 p. 100. Cependant, la densité des cultures reste notablement supérieure à Santa Fé, dont le territoire est moins vaste.

La céréale qui a gagné le plus de terrain est le blé. La carte de la densité des cultures de blé, qu'il est facile de dresser d'après les données du recensement, suggère les observations suivantes. La culture du blé ne s'est pas développée dans la zone fertile qui borde le Parana, de Santa Fé à Buenos Aires, et qui était considérée autrefois comme la région agricole la plus riche. Sur ces limons, d'une admirable fécondité, le blé n'occupe nulle part plus de 5 p. 100 de la superficie ; dans plusieurs départements, il manque presque complètement. En revanche, le blé s'est largement répandu vers l'Ouest, sur des terres réputées moins fertiles. Une zone de grande culture du blé (de 10 à 20 p. 100 de la superficie) prend en écharpe la Pampa, depuis Santa Fé jusque vers Bahia Blanca, suivant une courbe convexe vers l'Ouest, qui recouvre l'Ouest de la province de Buenos Aires et empiète sur Cordoba et sur le territoire de la Pampa. La densité est particulièrement élevée dans l'Ouest de Santa Fé et au Nord de Bahia Blanca, et l'on pourrait distinguer, dans cette zone, deux centres principaux, dont l'un a pour débouché le port de Rosario, et l'autre le port de Bahia Blanca, destinés à devenir les deux points d'embarquement les plus importants pour l'expédition des blés. A l'Est de cette zone et à l'intérieur de l'arc de cercle qu'elle décrit, le blé n'a pas pénétré dans la partie orientale de la province de Buenos Aires, où les terrains sont trop humides.

En comparant ces résultats avec ceux du recensement de 1895, on note les progrès accomplis vers le Sud par la culture du blé. Le rendement moyen s'est élevé de 700 à 800 kgr. par hectare, beaucoup moins par l'amélioration des procédés agricoles que par un choix plus judicieux des zones d'ensemencement. Tandis que le centre de culture du blé s'est déplacé notablement vers le Sud, par une singulière anomalie, le blé se maintient dans l'Ouest de Santa Fé, à une latitude de 31° seulement, et y couvre une superficie plus élevée que partout ailleurs, jusqu'à 49 p. 100 dans le département de Castellanos. Cette partie de Santa Fé est aussi, dans toute la République, la région où la terre est la plus divisée. Elle forme la zone d'expansion des premières colonies fondées de 1855 à 1870 près de la ville de Santa Fé. Les descendants des colons débordent aujourd'hui sur le territoire de Cordoba,

où ils commencent même à défricher, à la limite de la prairie, des fractions de la brousse. Ils donnent, en Argentine, l'exemple unique de la colonisation du sol par une population qui peut être regardée comme indigène, puisqu'elle est fixée dans le pays depuis plus d'une génération. Or la petite propriété, telle qu'elle se constitue au profit des colons, ne peut vivre que d'agriculture; l'élevage ne lui suffit pas; le maïs ne dépassant guère à l'Ouest, faute de pluies, 61° lat., les colons qui s'enfoncent au delà vers l'intérieur se rejettent par nécessité sur la culture du blé, moins exigeante¹.

En s'avancant à l'Ouest vers Cordoba et la Pampa centrale, le blé a occupé des terres considérées autrefois comme de valeur médiocre. Faut-il en conclure qu'elles étaient supérieures à leur réputation? Cela est certain, pour un grand nombre de points. Il ne manque pas, dans l'Ouest de Buenos Aires, de sols comparables aux limons de la rive du Parana. Cependant, le problème se pose de savoir si le blé se maintiendra longtemps sur tous les terrains qu'il couvre présentement. Il existe, en effet, une forme de contrat agricole généralement répandu en Argentine, d'après lequel un latifundiste afferme à des colons, pour une durée de cinq ans, des parcelles de son domaine. Les parcelles sont cultivées pendant cinq ans en céréales, le colon les restitue ensuite après les avoir ensemençées en luzerne. C'est là un procédé économique pour la formation des luzernières. En ce cas, la colonisation n'est que temporaire; la culture du blé n'est qu'une phase éphémère entre l'élevage primitif sur les prairies naturelles et l'élevage perfectionné, qui reprend possession du terrain après le départ des colons. La plupart des terres de la Pampa sont assez fertiles pour donner au moins quelques récoltes successives de céréales; mais, après ces récoltes, il arrive qu'elles sont épuisées; la culture du blé y cesserait, parfois, même si elle ne rencontrait pas la concurrence de la luzerne. Il est possible que, dans certains départements, peut-être dans la province de Cordoba, l'extension présente des cultures de blé fasse illusion sur l'avenir agricole de la région, et que le blé ait pris possession momentanément de terrains inférieurs, qu'il abandonnera plus tard. Toutefois, ces emblavements provisoires sont loin d'être la règle, et, dans l'ensemble, la répartition présente des cultures de blé se maintiendra vraisemblablement².

La culture du maïs est beaucoup plus concentrée que la culture du blé. Elle se répartit sur une aire triangulaire, dont la base est formée par le Parana, de Santa Fé à Buenos Aires, et dont le sommet est dans l'Ouest de la province de Buenos Aires. Pas plus que le blé, le maïs n'est resté limité à la zone des riches limons de la rive du Parana. Cependant, cette zone et les

1. Les chiffres suivants permettent de comparer l'importance relative de la grande et de la petite propriété à Santa Fé et à Buenos Aires. Les exploitations de moins de 200 ha. sèment, à Buenos Aires, 510 000 ha. de blé sur 1 916 000, soit le quart; à Santa Fé, 656 000 sur 1 169 000, soit plus de la moitié. La différence est la même pour les cultures de maïs.

2. Pour juger de la superficie où le blé cèdera la place à la luzerne, il faudrait connaître, dans chaque domaine, la forme de l'exploitation et les clauses du contrat de fermage; les documents manquent sur ce point dans le recensement. La question est appréciée diversément par les auteurs argentins. Certains d'entre eux redoutent que les contrats de fermage empêchent le morcellement du sol et sa conquête définitive par l'agriculture. (FR. LATZINA, *El comercio argentino antaño y hoy*, dans *Censo...*, III, *Monografías*, p. 596.) D'autres estiment, au contraire, que la division du sol progresse rapidement, et que la colonisation provisoire par des fermiers est exceptionnelle. (LANITTE, *La propiedad rural. Ventas, hipotecas, colonización, latifundio. Informe presentado por el jefe de la division de estadística y economía rural*, Buenos Aires, 1905).

départements immédiatement voisins vers l'Ouest constituent encore la région de plus grande densité des cultures de maïs. Il couvre plus de 10 p. 100 du territoire dans le Nord de Buenos Aires et le Sud de Santa Fé, atteignant 48 p. 100 dans le département de Rosario, et 63 p. 100 dans celui de San Lorenzo, qui l'avoisine au Nord. Là se trouve ce qu'il est déjà permis d'appeler le « corn belt » de l'Argentine. Vers le Nord-Ouest, la zone de grande production est limitée par l'insuffisance des pluies : la limite du maïs suit à travers le département de Santa Fé une ligne SW-NE, alors que les lignes d'égale hauteur des pluies sont alignées exactement S-N sur les cartes de G. G. DAVIS¹. Au Sud, la grande culture de maïs s'arrête vers le 36^e parallèle. Les cultures éparses qu'on retrouve sur la côte méridionale de la province, à l'Est de Bahia Blanca, sous un ciel trop froid, peu favorable, sont probablement appelées à disparaître.

Le lin est la seule culture qu'aient fixée les limons de la rive du Parana. Elle y couvre, dans une zone de cent kilomètres de large, du 31^e au 35^e degré, de 8 à 20 p. 100 du sol. Les terres inférieures de l'Ouest ne lui ont pas suffi, comme elles suffisent au blé et au maïs, et la concentration du lin est un des indices les plus irréfutables de l'enrichissement du sol de la Pampa de l'Ouest à l'Est, que les études géologiques ont révélé depuis longtemps.

Le recensement nous renseigne également sur la répartition actuelle du bétail. Les transformations de l'élevage sont en relation directe avec les progrès de l'agriculture.

Depuis 1893, le troupeau de moutons a été décimé; il s'est réduit de 7 millions de têtes (67 millions). Le centre d'élevage du mouton s'est déplacé vers le Sud. Les territoires du Rio Negro, de Santa Cruz et la Terre de Feu présentent un accroissement énorme de la population ovine (8 millions de têtes). Au contraire, dans la province de Buenos Aires, le mouton disparaît rapidement devant la concurrence des cultures: Buenos Aires a perdu, en 13 ans, 18 millions de moutons; cependant, elle possède encore environ la moitié du troupeau argentin. Comme il est naturel, la densité des moutons est surtout forte dans le Sud de la province, où l'agriculture existe à peine : de 150 à 300 au kilomètre carré. Vers le Nord, l'élevage du mouton s'est maintenu, d'une façon assez surprenante, autour de General Mitre, dans l'angle de la province, et sur des terres d'excellente qualité, qui supportent, d'ailleurs, de vastes emblavures de maïs et de lin. Cette anomalie semble confirmer le jugement de G. DAIREAUX², que l'élevage du mouton, conduit scientifiquement, peut, même sur des terres de premier ordre, laisser des bénéfices égaux à ceux de l'agriculture.

Dans toute la province de Buenos Aires, le mouton est actuellement produit pour la vente aux usines frigorifiques, c'est-à-dire qu'on cherche à augmenter le poids de viande en négligeant la toison. Les Lincoln ont à peu près éliminé les Rambouillet. Les races à laine se maintiennent partiellement sur les territoires du Sud, où l'action des frigorifiques ne s'est pas encore fait sentir. Dans la province de Santa Fé (petite propriété et culture intensive), le nombre des moutons est très faible : 25 au kilomètre carré.

1. GUALTERIO G. DAVIS, *Clima de la Republica Argentina (Censo..., III, Monografias, pl. XVII)*.
2. G. DAIREAUX, *La Estancia Argentina (Censo..., III, Monografias, p. 1)*.

De fortes densités se retrouvent, au contraire, jusqu'à 29°, sur la rive gauche du Parana, dans les provinces d'Entre Rios et de Corrientes.

Ce n'est pas seulement l'agriculture, mais aussi l'élevage perfectionné du gros bétail qui chasse le mouton de la province de Buenos Aires. Le mouton dégrade en peu de temps les luzernières, qui suffisent, au contraire, pendant de longues années, sans être renouvelées, au pâturage des bœufs.

La carte de la répartition des bœufs montre une zone de faible densité (de 35 à 45 au kilomètre carré) couvrant le Sud de Santa Fé et le Sud d'Entre Rios, et séparant, au Sud et au Nord, deux zones de densité beaucoup plus forte (de 40 à 70 et même 90 au kilomètre carré), dans la province de Buenos Aires, d'une part, et dans le Nord de Santa Fé, d'Entre Rios et de Corrientes, d'autre part. A Entre Rios et à Corrientes, l'élevage du bœuf n'a pas encore été transformé : le sang *criollo* y domine encore ; les bœufs sont vendus aux séchoirs de viande (*saladeros*). A Buenos Aires, l'élevage perfectionné est devenu la règle ; seul, il permet de tirer du sol le même rendement que par la culture des céréales ; la valeur moyenne du troupeau est beaucoup plus élevée ; les bœufs sont vendus aux usines frigorifiques.

La substitution des luzernières aux prairies naturelles de la Pampa et l'établissement d'un réseau de barrières de fil de fer ont permis cette transformation de l'élevage. Nous manquons de données sur la superficie des luzernières et sur l'extension des clôtures en fil de fer. Cependant, il est facile de noter que Buenos Aires forme à peu près le centre de la grande zone d'élevage ; la densité du bétail et la proportion du sang durham diminuent à mesure qu'on s'en éloigne : au voisinage de la ville, la densité est de 70 ; à 200 km., elle s'abaisse à 50 ; à 400 km., elle tombe à 25.

La multiplication des luzernières tend à spécialiser l'industrie pastorale de Buenos Aires : l'engraissement y remplace progressivement l'élevage proprement dit. Les haciendaires y ont avantage à acheter des bœufs maigres, qui sont rapidement mis en bon point dans les luzernières. Ils se désintéressent de la production des veaux. La Pampa Central, les Cordillères, la Mésopotamie sont le réservoir où s'approvisionnent les engraisseurs de Buenos Aires. On a pu même se demander si elles suffiraient longtemps à leurs besoins, si l'équilibre nécessaire se maintiendrait entre l'engraissement et l'élevage, et si l'effectif du troupeau n'était pas condamné à se réduire. Le recensement montre que ces inquiétudes étaient mal fondées (augmentation de 7 millions et demi de bêtes à cornes depuis 1895).

Il s'en faut de beaucoup, d'ailleurs, que l'élevage proprement dit ait cessé d'être pratiqué à Buenos Aires. Les seuls animaux qui laissent un profit à l'engraisseur sont les animaux de race améliorée, et l'industrie de l'engraissement ne pourrait se généraliser que si de la Pampa et de la Mésopotamie arrivaient seulement des bêtes affinées, aptes à tirer parti des luzernières. De plus, le nombre élevé des reproducteurs de race pure que possède la province de Buenos Aires prouve à la fois qu'elle attache la plus grande importance au perfectionnement de son troupeau, et qu'elle n'a nullement renoncé à élever, du moins en partie, les bœufs qu'elle engraisse.

CONCOURS D'AGRÉGATION D'HISTOIRE ET DE GÉOGRAPHIE

1910-1911

Concours de juillet-août 1910

COMPOSITION ÉCRITE DE GÉOGRAPHIE

Les régions naturelles de l'Inde.

LEÇONS DE GÉOGRAPHIE

Sujets pris hors du programme (1^{er} oral) : 1. Le blé dans le monde. — 2. Les régions arctiques. — 3. La mer du Nord, étude physique et économique. — 4. La Suisse. — 5. L'Italie péninsulaire. — 6. Les régions naturelles de l'Afrique. — 7. Le Dominion du Canada. — 8. Les Antilles. — — *Sujets pris dans le programme (2^e oral)* : 1. La morphologie volcanique. — 2. Les formes de terrain dues aux principales roches sédimentaires. — 3. Érosion fluviale et érosion glaciaire. — 4. Faire l'histoire d'une vallée. — 5. Faire l'histoire d'une chaîne de montagnes. — 6. Les déserts. — 7. Les courants. — 8. Les climats français. — 9. Les forêts en France. — 10. La houille en France. — 11. Les voies navigables de la France. — 12. Les régions naturelles des Alpes françaises. — 13. Le rebord oriental du Massif Central français. — 14. La Garonne et sa vallée. — 15. La dépression de la Saône. — 16. La Provence. — 17. Climat et zones de végétation de l'Asie russe. — 18. Le Turkestan russe. — 19. La Chine du Nord. — 20. Le Yang-tseu et sa région. — 21. L'Indochine française. — 22. Le Japon, étude physique. — 23. La Nouvelle-Zélande. — 24. La Syrie. — 25. L'Asie Mineure.

Programme du concours de 1911.

GÉOGRAPHIE

1. Géographie physique générale. — 2. La France. — 3. L'Amérique. — 4. Les régions arctiques.

IV. — CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

NÉCROLOGIE

Theobald Fischer. — Un des meilleurs géographes allemands, THEOBALD FISCHER, est mort le 17 septembre dernier. Né en 1846, il s'était fixé à l'Université de Marbourg depuis 1883. Il s'était fait une spécialité de la géographie des pays méditerranéens et avait consacré sa vie à les étudier. De nombreux et intéressants travaux, inspirés par lui et pénétrés de sa méthode, ont été publiés par ses étudiants de Marbourg sur ces mêmes régions. THEOBALD FISCHER avait donné, en 1893, dans la *Länderkunde* de KIRCHHOFF¹, une excellente description des péninsules méditerranéennes. La partie relative à l'Italie, en particulier, retouchée en vue de la traduction italienne, est une remarquable étude régionale². Une des originalités de TH. FISCHER, c'est que sa science n'était pas purement livresque : presque chaque année, il entreprenait quelque voyage d'études dans les pays méditerranéens. Bien qu'il ne fût plus jeune et que sa santé fût délicate, il accomplit au Maroc de pénibles explorations, dont les résultats ont paru sous le titre de : *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlas-Vorlande von Marokko*³ et de : *Meine dritte Forschungsreise im Atlasvorlande von Marokko*⁴. Il a été le premier à faire connaître la véritable nature des plateaux de l'Ouest Marocain et à attirer l'attention sur les « terres noires ». Ce savant éminent ne dédaignait pas la vulgarisation, comme en témoignent les articles qu'il a réunis sous le titre de *Mittelmeerbilder*⁵.

Colonial et patriote, THEOBALD FISCHER avait l'esprit assez large pour comprendre le patriotisme des autres : « C'est bien votre devoir, m'écrivait-il en 1904, de combattre pour les intérêts français, et vous me connaissez assez pour savoir que j'admire toujours le patriotisme qui distingue votre nation... Je crois connaître le Maroc assez bien pour être tout à fait sûr que la « pénétration pacifique » est impossible. Si la France veut être maîtresse au Maroc, elle devra le conquérir. Sans aucun doute, la France vaincra tous les obstacles, mais à quel prix ! » Ce n'est pas ici le lieu de discuter les idées contenues dans ces lignes, mais elles font assez d'honneur à celui qui les a écrites pour qu'il m'ait paru opportun de les reproduire.

AUGUSTIN BERNARD.

1. TH. FISCHER, *Das Halbinselland Italien (Unser Wissen von der Erde, Dritter Band, Länderkunde von Europa, Zweiter Theil, Zweite Hälfte)*, Leipzig, 1893. — Voir *Bibliographie géographique de 1893*, p. 132-133.

2. T. FISCHER, *La penisola italiana. Saggio di Corografia scientifica*, Torino, 1902. — Voir *XII^e Bibliographie géographique 1902*, n° 432.

3. Gotha, 1900 ; — voir *X^e Bibliographie géographique 1900*, n° 651.

4. Hamburg, 1902 ; — voir *XII^e Bibliographie géographique 1902*, n° 702.

5. Leipzig, 1906-1908 ; — voir *XVI^e Bibliographie géographique 1906*, n° 297 ; — *XVIII^e Bibliographie géographique 1908*, n° 275.

GÉNÉRALITÉS

Le Congrès Géologique International de Stockholm. — La session du XI^e Congrès Géologique International, que nous annoncions en mai dernier ¹, avait attiré à Stockholm, du 17 au 25 août, une affluence considérable. La plupart des géologues illustres de notre époque, parmi lesquels en très grand nombre des Allemands et des Américains, s'y étaient donné rendez-vous. Mais la France s'y trouvait très honorablement représentée par un bon nombre de ses savants les plus en vue, MM^{rs} CH. BARROIS, P. TERMIER, EMMANUEL DE MARGERIE, É. HAUG, le général L. DE LAMOTHE, W. KILIAN, M^r et M^{me} D.-P. OEHLERT, MM^{rs} A. OFFRET, JEAN BRUNHES, PIERRE LORY, etc. Par l'excellence du travail effectué, par l'autorité et l'animation des discussions, l'envergure et l'intérêt des excursions, le soin minutieux apporté aux moindres détails d'organisation, l'éclat des fêtes qui accompagnèrent la session, cette belle réunion n'eut rien à envier aux précédentes : elle fait le plus grand honneur au corps des géologues suédois, à la nation suédoise dans son ensemble et particulièrement aux deux hommes qui avaient assumé la lourde tâche de diriger et d'organiser une entreprise aussi vaste que le sont aujourd'hui ces sortes de congrès : le baron GERARD DE GEER, recteur de l'Université de Stockholm, et M^r J. GUNNAR ANDERSSON, directeur du Service Géologique suédois.

Outre les deux ouvrages collectifs que nous avons signalés sur les minerais de fer dans le monde et sur les changements de climat depuis l'époque glaciaire, le Congrès a suscité la publication de travaux qui constitueront à l'avenir de très précieux instruments de recherche pour quiconque s'occupe de la géologie et de la géographie de la Suède : d'abord, un catalogue bibliographique des cartes et mémoires sur la géologie suédoise ; diverses cartes, telles qu'une réédition de la carte géologique des systèmes préquaternaires de la Suède, par A. E. TÖRNEBOHM, à 1 : 1 500 000, en 2 feuilles ; la carte des formations quaternaires de la Suède du Sud, avec les dépôts de la mer à *Yoldia*, les longues traînées des œsar et les moraines, par GERARD DE GEER, et la carte des lignes de dislocation de la Suède centrale, par le jeune et déjà distingué géologue STEN DE GEER. Mais on doit insister surtout sur l'admirable livret-guide des excursions, édité sous forme de quarante fascicules très maniables, en anglais, en allemand ou en français, illustrés de photographies, de cartes en couleurs, de diagrammes et coupes, et où les meilleurs géologues suédois se sont efforcés de résumer, dans des langues accessibles au public international, le résultat des recherches d'un siècle. On peut dire que toute la géologie de la Suède et une bonne part de ce que l'on sait de sa géographie physique se reflètent dans ces *Guides des excursions en Suède*, désormais indispensables.

Parmi les grandes questions discutées, nous citerons : l'origine des roches cristallophylliennes, qui a donné lieu, entre autres, à d'importantes communications de MM^{rs} TERMIER et BARROIS ; les changements de climat, qui ont suscité un échange d'aperçus très nourris entre MM^{rs} EDUARD BRÜCKNER, WOEIKOF, GUNNAR ANDERSSON et H. ARÇTOWSKI ; l'érosion glaciaire, à l'ordre du

1. *Annales de Géographie*, XIX, 15 mai 1910, p. 278.

jour des Congrès géologiques non moins que des Congrès géographiques, et qui a rempli deux grandes séances publiques. Nous ne pouvons mieux faire que de traduire ici le compte rendu sommaire que M^r A. PENCK, qui figura parmi les protagonistes, a fait de ces importantes séances¹. A. G. HÖGBOM a mis en garde contre la tendance à exagérer les effets superficiels de l'érosion glaciaire dans les régions archéennes de la Suède centrale; il fit ressortir que les traits de la surface y sont essentiellement déterminés par des lignes structurales, qui ont servi de fil conducteur à l'érosion. A. PENCK lui-même a montré comment, dans les Alpes, l'érosion glaciaire a suivi les vallées préglaciaires (érosion dirigée), tandis qu'en cas d'étalement de la glace en surface, l'érosion subit l'influence décisive des inégalités de résistance des roches (érosion sélective). HANS REUSCH et OTTO NORDENSKJÖLD reconnurent dans les fjords l'effet de l'érosion glaciaire. La discussion reprit un des jours suivants; inaugurée par un excellent exposé d'ensemble de W. SALOMON, elle se termina par un véritable exposé de principes de MM^{rs} A. HEIM et PENCK. On eut ainsi l'occasion d'entendre développer les conceptions fort opposées de deux spécialistes personnellement très unis, et dont chacun soutenait avec force ses propres idées tout en faisant cas de celles de son interlocuteur. Les auditeurs purent ainsi apprendre à bien connaître les arguments invoqués de part et d'autre. L'impression semble avoir été que la doctrine du rôle conservateur des glaciers et celle de leur action érosive ne s'opposent plus avec la même rigueur de principes que naguère. A. HEIM a déclaré ne pouvoir admettre pour la Suède qu'une érosion glaciaire de 40 m. au plus, tandis que A. PENCK tenait pour 25 m. au moins; il apparut donc clairement qu'il s'agit aujourd'hui seulement d'une différence de degré dans l'intensité de cette érosion, et non plus de sa négation pure et simple. Il s'éleva aussi de vives discussions, dans la section des glaciers et des âges glaciaires, présidée par F. WAHNSCHAFFE. Ici, ce fut le problème de la pluralité des époques glaciaires qui occupa le premier plan. R. LEPSIUS se fit le champion décidé d'une époque glaciaire unique pour les Alpes; mais ses développements ne paraissent pas avoir trouvé beaucoup d'écho auprès du Congrès. Il y eut encore une séance importante consacrée à la géologie des régions polaires. D'ailleurs, les questions polaires ont spécialement retenu l'attention du Congrès, comme il était naturel en Suède. Une exposition polaire avait été organisée, où figuraient surtout les échantillons géologiques rapportés par l'expédition NORDENSKJÖLD et les résultats des importants travaux poursuivis depuis 1882 au Spitsberg par GERARD DE GEER et ses élèves. Ces travaux ont surtout porté sur l'Isfjord et les glaciers qui y débouchent; une carte à 1 : 100 000 du fjord et toute une série de levés des divers fronts glaciaires à 1 : 20 000 ont été dressés. La substance de ces études a passé dans un guide hors cadre : le guide de l'excursion au Spitsberg, avec une carte en couleurs de l'Isfjord à 1 : 200 000 et des cartes de détail figurant les glaciers de Nordenskjöld, de Goës, de Sefström, de Von Post et de Wahlenberg à 1 : 50 000.

L'excursion au Spitsberg, qui réunit, sous la direction de G. DE GEER, 70 participants, fut d'un intérêt géologique et géographique exceptionnel :

1. ALBRECHT PENCK, dans la *Chronique de la Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin*, 1910, n^o 7, p. 471-474.

phénomènes désertiques dans un pays polaire; remaniement et relèvement de dépôts marins actuels par l'avancée récente du glacier de Sefström, complexe de couches horizontales donnant par érosion des formes rappelant les plateaux du Colorado; amorce probable d'une chaîne plissée d'âge tertiaire sur la côte Ouest. Tous ceux qui y participèrent ont gardé de cette excursion unique des souvenirs enthousiastes.

Après le Congrès, il n'y eut pas moins de sept excursions, dont cinq grandes, toutes consacrées à la Suède centrale et méridionale : une pour le terrain archéen, sous la direction de MM^{rs} A. G. HÖGBOM, P. J. HOLMQUIST et A. O. GAVELIN; une pour les terrains siluriens de Gotland, de Dalécarlie et de Vestrogothie, dirigée par MM^{rs} H. MUNTHE, H. HEDSTRÖM et C. WIMAN; une pour les gisements métallifères, la plus suivie de toutes, dirigée par MM^{rs} HJ. SJÖGREN, W. PETTERSSON et H. E. JOHANSSON. Celles que les géographes adoptèrent le plus volontiers furent l'excursion des phénomènes quaternaires, que conduisaient MM^{rs} G. DE GEER, H. MUNTHE et A. G. NATHORST, et surtout l'excursion morphologique, à laquelle nous avons participé nous-même, et qui fit voir, avec les commentaires lumineux de MM^{rs} OTTO NORDENSKJÖLD et STEN DE GEER, tous les aspects caractéristiques de la Suède centrale : grandes plaines de l'Uppland, où l'Archéen est masqué par une mince pellicule de Quaternaire récent; porphyres de la Dalécarlie, marquant comme le vestibule du Norrland; région lacustre du Vettern et du Venern, avec ses escarpements de faille, ses lambeaux primaires fertiles tachetés de coulées de diabase; péninsule gneissique de l'Ouest; *skjaer-gaard* du Bohuslän. Les excursionnistes purent se rendre compte de toutes ces régions avec une netteté parfaite, grâce à l'heureux choix des belvédères, à des coupes de terrain démonstratives et à l'usage d'un des meilleurs fascicules du livret-guide. Les mines ne furent pas oubliées, et la visite du Bisberg, des mines de Falun et de Grängesberg, du bloc de fer du Taberg complétèrent les enseignements si riches de cette belle excursion. Nous devons ajouter, pour être complet, que la Scanie a aussi fait l'objet de trois excursions.

La prochaine session se tiendra au Canada, en 1913.

Le prochain Congrès International de Géographie (Rome, octobre 1911). — Le Comité d'Organisation du X^e Congrès International de Géographie, qui, conformément à la décision prise à Genève, doit se tenir à Rome l'année prochaine, a lancé sa première circulaire. Il a été décidé que le Congrès se réunirait du 15 au 22 octobre 1911, à l'occasion des fêtes commémoratives de la proclamation du royaume d'Italie¹. Le président du Comité est le marquis RAFFAELE CAPPELLI; le secrétaire général, le commandant GIOVANNI RONCAGLI; l'un président, l'autre secrétaire général de la Société Italienne de Géographie. La cotisation a été fixée à 25 fr. pour les membres

1. Le Comité déclare que cette date a été choisie à cause des fêtes et de l'affluence d'étrangers que provoquera, de tous les points du monde, le grand anniversaire national susdit; il ajoute qu'il sera plus facile à ce moment de procurer aux congressistes tout le confort désirable. Néanmoins, nous pensons que cette date n'est pas heureuse, surtout pour un Congrès de Géographie qui comportera des excursions. Ces excursions sont annoncées comme devant suivre le Congrès; il est à craindre que beaucoup de professeurs, au moins des Universités françaises, soient empêchés par leur service d'y participer. D'autre part, si nos souvenirs sont exacts, c'est justement vers la fin d'octobre que la période des grandes pluies automnales bat son plein, condition fort peu favorable à la géographie sur le terrain!

effectifs et doit être envoyée au trésorier du Congrès, l'avocat FELICE CARDOX, à la Société Italienne de Géographie, Rome, 102, Via del Plebiscito. On a prévu aussi des membres « agrégés », qui, moyennant une cotisation de 12 fr. 50, jouiront des mêmes droits que les membres effectifs, à l'exclusion des droits de vote et de discussion et de celui de recevoir les publications du Congrès. Le Congrès sera divisé en huit sections : géographie mathématique, physique, biologique; anthropogéographie et ethnographie; géographie économique; chorographie; géographie historique et histoire de la géographie; méthodologie et didactique. On distingue, dans la participation scientifique, les rapports, qui pourront donner lieu à des votes (inscription du sujet, date extrême, 30 avril 1911; envoi du manuscrit, 31 août) et les communications, qui ne donneront lieu qu'à une discussion.

EUROPE

Les travaux des chutes de Trollhättan¹. — Depuis 1905, l'État suédois s'est rendu acquéreur du canal du Göta Elf et de toutes les chutes d'eau utilisables de cette puissante rivière, déversoir de l'immense mer d'eau douce que forme le lac Venern. Le Göta Elf, malgré sa longueur de 90 km. seulement, a un débit minimum de 320 mc. et maximum de 900 mc.; ce serait donc une magnifique voie navigable, sans le défilé de Trollhättan, série de chutes ou plutôt de violents rapides, qui marquent le degré d'avancement de l'érosion du Göta Elf aux dépens de la pénélaine gneissique relevée qui forme tout le Sud-Ouest de la Suède. Sur une dénivellation totale de 44 m. depuis le lac Venern, 32 m. reviennent au seul obstacle de Trollhättan. Depuis le règne de Charles XII, on s'est efforcé de tourner les cascades au moyen d'un canal à écluses; on y travailla de 1749 à 1755, mais la rupture d'un important barrage arrêta l'entreprise, qui ne fut achevée qu'entre 1794 et 1800. On se sert encore aujourd'hui d'une partie des écluses en gradin construites à cette époque². Plus tard, de 1838 à 1845, en vue de mettre en rapport le canal de Trollhättan avec le grand canal de Gothie, qui venait d'être achevé, on refit une nouvelle série d'écluses de dimensions un peu plus fortes³.

Mais aujourd'hui ces travaux ne sont plus à la hauteur des besoins, surtout depuis que la Suède devient une grande exportatrice de minerais de fer et s'outille pour la production industrielle. Un projet approfondi a été soumis en 1909 au Riksdag, en vue de la réfection de la voie navigable du lac Venern au Kattogat. Les crédits nécessaires (22 800 000 couronnes, 31 700 000 fr.) ont été accordés, et les travaux ont commencé aussitôt; on pense qu'ils seront achevés vers 1915. Toute la voie, de Göteborg au Venern, sera refaite suivant un tracé rectiligne; de sa longueur totale, 86^{km},5, 12 formeront un canal artificiel pourvu de plusieurs écluses; la plus grande partie de ce canal servira à tourner les chutes de Troll-

1. *Trollhättan, Description publiée par la Direction Royale des forces motrices hydrauliques.* Stockholm, Centraltryckeriet, 1909. In-12, 32 p., 15 pl. phot., 6 pl. cartes et diagr.

2. Les dimensions de ces écluses sont : tirant d'eau au seuil, 1^m,90; largeur, 6^m,44; longueur, 35 m.

3. Dimensions : tirant d'eau, 2^m, 97; largeur, 7^m, 43; longueur, 35^m, 62.

hättan. 6 écluses seulement assureront le passage du Venern à la mer, dont 4 pour Trollhättan. Les dimensions de la nouvelle voie ont été établies de façon à livrer passage aux bateaux d'un tirant d'eau de 4 m. et d'une jauge de 1300 t. Ainsi le lac Venern sera accessible aux navires couramment employés dans les ports de la Baltique, de la mer du Nord et même dans nos ports français de l'Atlantique. Dans la prévision d'un nouvel agrandissement du canal, on a sagement décidé de donner aux écluses, aux ports mobiles et à divers autres travaux moins importants, les dimensions nécessaires au passage de navires de 5 m. de tirant d'eau et de 2400 t. de portée, c'est-à-dire tels qu'on en affrète pour d'aussi lointaines destinations que la Méditerranée. Les dimensions des écluses sont calculées ainsi : tirant d'eau au seuil, 5^m,5 ; largeur, 13^m,7 ; longueur, 89 m.

Mais ce n'est là que la moitié des travaux en cours à Trollhättan, cette sorte de Niagara européen. Depuis que l'État suédois est propriétaire des sources énormes d'énergie que représentent les chutes du Göta, il s'occupe sans retard d'en tirer parti. Depuis 1907, une grande usine de force est en construction à l'issue des cascades. On prend au Göta Elf 250 mc. d'eau, qui alimenteront huit turbines, pouvant développer en tout 96 000 chevaux. On s'occupe aujourd'hui de négocier avec les riverains pour préparer les travaux de réglage du débit du lac Venern ; ces travaux permettront d'augmenter sensiblement le débit minimum du Göta Elf, en sorte qu'il sera possible de compter à l'avenir sur une énergie totale de 200 000 chevaux. Une seconde usine est donc en projet ; un nouveau canal d'amenée, utilisant par de menus raccords une partie de l'ancien canal de navigation, est prévu pour son alimentation.

Le bâtiment de la première usine est achevé ; quant aux installations intérieures, elles ne seront complètes qu'à la fin de 1911. A l'heure actuelle, deux turbines fonctionnent avec leurs alternateurs ; deux autres sont en place et ne tarderont pas à être achevées ; on procède seulement à l'aménagement des quatre autres. Ces machines sont les plus puissantes qu'on ait encore construites en Europe ; chacune est alimentée par une conduite d'eau de 4^m,25 de diamètre et d'un débit de 30 mc. à la seconde, avec 30^m,5 de hauteur de chute. Les grandes turbines développeront normalement 10 000 chevaux chacune ; toutefois, le rendement maximum pourra être porté à 12 500. Ces engins sont de véritables monstres, qui font le plus grand honneur à la construction mécanique suédoise, car ils sortent presque de toutes pièces des ateliers nationaux. Les frais d'installation de la station d'énergie ont été extrêmement minimes : 16 millions de fr. ; aussi le prix de vente de la force électrique sera-t-il très bas.

Une partie de ces énormes réserves d'énergie a été réservée à la traction électrique des voies ferrées. Pour le reste, on compte voir s'établir à Trollhättan un puissant foyer industriel, qui en utilisera une bonne part. D'un autre côté, des contrats de livraisons ont été passés avec diverses villes, telles que Göteborg (20 000 chevaux), Skara, Sköfde, Alingsås. Enfin, diverses usines électro-chimiques commencent à fonctionner en amont ; on y fait des essais d'une grande portée pour la fonte du minerai de zinc, pour le traitement du minerai de fer phosphoré de Gellivara et la fabrication de phosphates avec le résidu d'apatite que fournit ce minerai.

ASIE

L'annexion de la Corée par le Japon. — Par traité du 22 août dernier, l'empereur de Corée a fait la cession complète et permanente à l'empereur du Japon de tous ses droits de souveraineté sur la Corée; le Mikado a « accepté » cette cession et « consenti » la complète annexion de la Corée à son empire. Malgré le traité de protectorat de 1905, le régime appliqué en Corée par les Japonais était déjà celui d'une annexion déguisée. Mais le Japon se trouvait encore gêné par des traités commerciaux avec les puissances étrangères et par l'existence de tribunaux consulaires en faveur des Européens; afin d'être libre d'étendre à la Corée le régime protectionniste qui régit le reste de l'Empire, et de supprimer les droits d'exterritorialité, il a préféré en finir et proclamer l'annexion. Le royaume de Corée datait, sous sa forme actuelle, de la révolution de 1392, qui avait intronisé le roi Htai-tjo et restitué le royaume ancien de Tjyosyen, avec capitale à Séoul (1394)¹.

AFRIQUE

Achèvement du chemin de fer de la Guinée française. — Une dépêche de Conakry, datée du 17 septembre, a annoncé la pose du dernier rail du chemin de fer de la Guinée. C'est un événement de portée considérable pour le développement économique du bassin supérieur du Niger. Œuvre personnelle, dans sa conception comme dans toute son exécution, de M^r SALESSES, cette grande voie ferrée de près de 600 km. (589 exactement) ouvre bien plus effectivement le véritable Soudan au commerce que la ligne presque steppienne de Kayes à Bammako, et l'on a le droit de penser que, une fois en plein rapport, elle assurera le transit vers la côte d'une beaucoup plus grande variété de produits que sa concurrente septentrionale. Les études de son tracé avaient commencé en 1896; c'est en 1899 que M^r SALESSES fut nommé directeur des travaux de construction, qui commencèrent en 1900. L'avancement de la ligne, d'abord assez lent, à cause de l'obstacle qu'opposaient, dans le voisinage de la mer, les terrasses abruptes du Fouta Djalon, s'est accéléré avec l'arrivée sur les plateaux et la descente graduelle vers le Niger². 305 kilomètres de voie ont été posés depuis le 31 décembre 1907. Il faut ajouter ce détail, qui est tout à l'honneur de M^r SALESSES, que cette grande entreprise n'a coûté qu'un peu plus de 56 millions de fr., et que la direction a réussi à économiser plusieurs millions sur les crédits de la troisième section, fait à peu près sans précédent dans la construction des chemins de fer coloniaux. Il sera possible, avec cet excédent, de pousser la voie ferrée jusqu'à Kankan (73 km. de Kouroussa), grand marché indigène situé dans un district riche en caoutchouc. A l'heure actuelle, la nouvelle ligne est utilisée beaucoup plus à la montée qu'à la descente. Elle transporte vers l'intérieur du sel, des tissus, du riz, et nombre de produits de traite (12 500 t. en 1909), tandis qu'elle n'exporte

1. MAURICE COURANT, *La Corée*, dans : MADROLLE, *Chine du Nord et de l'Ouest*, Paris, 1901, p. 13.

2. Voir la *Chronique des Annales de Géographie* : VI, 1897, p. 192; VIII, 1899, p. 91-92, 478; XIV, 1905, p. 472.

guère que du caoutchouc, des cuirs et peaux et quelques tonnes d'ivoire (1762 t. en 1909 en tout). Cette situation provisoire ne peut manquer de se modifier avec l'arrivée à Kouroussa; désormais, la voie ferrée pourra remplir son rôle, qui est de servir d'exutoire commercial au bassin du haut Niger et d'y susciter des productions imprévues. Mais il faut remarquer que le développement économique des régions traversées sera sans doute assez lent, les territoires les plus peuplés de la Guinée se trouvant sensiblement plus au Nord, comme le montre la *Carte démographique* publiée par M^r SALESSES¹. Tandis que les cercles de Labé, Pita, Diting ont de 19 à 40 hab. au kilomètre carré, les cercles de Kindia, Mamou, Timbo, parcourus par la ligne, n'ont respectivement que 4, 9 et 9, 3, et ceux de Kouroussa et de Kankan n'ont pas même 4. Le trafic local est donc à créer de toutes pièces, et il ne s'établira que par une attraction des populations le long de la voie ferrée.

M^r SALESSES a récemment signalé un fait d'une réelle importance : la constatation par lui-même de la nature calcaire du barrage de Kouroussa. Ce massif rocheux, d'apparence grisâtre, présente une forme rubanée caractéristique et appartient à une roche sédimentaire fortement plissée en forme d'S. Cet aspect plissé, dans une région de schistes et de grès plans et dérangés seulement par des failles, avait attiré son attention; les analyses d'échantillons révélèrent un calcaire argileux qui, dans cette Afrique Occidentale si pauvre en carbonate de chaux, peut rendre de grands services. Jusqu'à présent, il a fallu, sauf en petit nombre de points, importer toute la chaux et le ciment nécessaires aux constructions européennes².

On annonce, d'autre part, que le chemin de fer de la Côte d'Ivoire vient de franchir une très importante étape; par l'achèvement du viaduc du Nzi, et l'arrivée à la gare de Dimbokro, l'entreprise a été amenée au couloir de savane que dessine le Baoulé dans l'épaisseur de la forêt guinéenne; c'est en ce point, à 182 km. de la côte, que s'amorce le véritable Soudan. Désormais, la voie ferrée sortie de la forêt va s'avancer rapidement vers le nœud de routes de Bouaké et peut-être plus tard, selon le vœu du capitaine THOMASSET, directeur des travaux, jusqu'à Bobo-Dioulasso. D'un autre côté, les produits soudanais, riz, maïs, coton, arachides et bestiaux, ne peuvent tarder à développer le trafic de la ligne³.

Retour de MM^{rs} Henry Hubert et Auguste Chevalier. — M^r HENRY HUBERT est débarqué à Bordeaux le 6 août dernier, ayant parcouru, pour finir, la région du moyen Niger, par Djenné, Ségou, Koulikoro, Bammako, Kangaba, Nafadié et Kita. Ses études géologiques ont porté sur 450 000 kmq., et il se trouve désormais en mesure, grâce à 7 000 km. d'itinéraire effectués en vingt et un mois, d'établir une carte géologique des territoires de la Boucle du Niger, carte qui elle-même permettra d'ébaucher une carte géologique générale de l'Afrique Occidentale Française. Un détail important au

1. E. SALESSES, *Carte démographique de la Guinée* (*L'Afrique Fr.*, XIX, 1909, p. 418-420; 1 fig. carte [à 1 : 6 000 000]; carte reproduite dans *La Géographie*, XXII, 15 août 1910, p. 132).

2. *L'Afrique Fr.*, XX, août 1910, p. 268-269.

3. *La Quinzaine Col.*, XIV, 25 oct. 1910, p. 723. — Pour les premiers travaux, voir la *Chronique des Annales de Géographie*, VIII, 1899, p. 187, 418, et l'article du capitaine THOMASSET (*Annales de Géographie*, IX, 1900, p. 159-172, 2 fig. cartes).

point de vue pratique; M^r HUBERT a déterminé l'extension des régions aurifères: elles se répartiraient sur plus de 600 km. de longueur¹.

M^r AUGUSTE CHEVALIER est aussi rentré en France au début de novembre, après plus de deux ans de travaux, qui ont failli lui coûter la vie; l'infatigable explorateur a été, en effet, mordu, dans l'Atacora (Haut Dahomey), par un serpent venimeux. L'étude du Haut Dahomey serait d'un haut intérêt géographique. Par ses fleuves à sec durant plusieurs mois, par une partie de sa flore et par l'aspect de sa végétation, cette contrée rappelle le Dar Fertit et le haut Chari. Certaines plantes caractéristiques du Chari et même du Bahr el Ghazal, notamment la belle Cycadée *Encephalartos septentrionalis*, découverte par SCHWEINFURTH, se trouveraient encore par îlots dans le Haut Dahomey, mais à des latitudes plus hautes, c'est-à-dire au Nord du 9°, et non pas du 6° au 8° parallèle.

Après avoir visité Djougou, le grand marché de transit où passent, dans le Haut Dahomey, les caravanes haoussas de noix de Kola, M^r CHEVALIER a visité les monts Atacora, où lui arriva l'accident que nous relations plus haut, et où il s'occupa de préciser l'extension et l'importance du Karité, l'arbre à beurre si typique du climat soudanais. « En certains endroits, écrit M^r CHEVALIER, la brousse, est sur des centaines de kilomètres, un immense verger de Karités et les indigènes n'utilisent qu'une infime partie des fruits... Plus de 500 000 t. de noix sèches de Karités pourraient être exportées annuellement des territoires français africains, et, comme elles valent couramment 250 fr. la tonne à Hambourg, voyez ce que représente cette richesse abandonnée. Malheureusement, les Karités croissent partout à plusieurs centaines de kilomètres de la mer, aucun chemin de fer ne pénètre encore au cœur de la zone de production². » M^r CHEVALIER, une fois remis, a visité le moyen Niger, qu'il a atteint après avoir traversé le Gourma et le Mossi³.

AMÉRIQUE

Le mont Huascarán et la question du plus haut sommet de l'Amérique du Sud. — Depuis nombre d'années déjà, on discute au sujet du véritable point culminant de la chaîne des Andes. A la suite du voyage de HUMBOLDT, on avait attribué cet honneur au Chimborazo; puis les mesures de PENTLAND (1826-1828) transférèrent cette primauté à l'Illimani et au Nevado de Sorata, ou Illampu. A partir de 1882, les travaux de l'alpiniste allemand P. GÜSSFELD⁴ firent entrer en ligne l'Aconcagua, dont la hauteur fut dès lors évaluée à 6 970 m.

Les alpinistes ont une inclination naturelle à exagérer les altitudes des sommets qui leur ont donné beaucoup de peine. C'est ainsi que M^r FITZGERALD a attribué à l'Aconcagua jusqu'à 7 300 m.; M^r CONWAY, plus de 7 000 à l'Illampu⁴. Même aventure vient d'arriver à une Américaine, Miss

1. *La Géographie*, XXII, 15 oct. 1910, p. 262-264.

2. *Bull. Soc. Géog. comm. Paris*, XXXII, juillet 1910, p. 486.

3. AUG. CHEVALIER, *Les produits du règne végétal de l'Afrique Occidentale* (*Bull. Soc. Géog. comm. Paris*, XXXII, juin 1910, p. 361-397. — Voir aussi: *La Quinzaine Col.*, XIV, 25 août 1910, p. 585; 25 oct., p. 738; — *La Géographie*, XXII, 15 oct. 1910, p. 261-265).

4. L'Atlas de STEIER (édition de 1908) n'attribue au Sorata que 6 617 m.; l'Atlas d'ANDRÉE (édition de 1906), que 6 550 m.; les chiffres de l'Aconcagua, dans les mêmes atlas, sont respectivement de 7 040 et 7 035 m.

ANNIE S. PECK, qui tente depuis plusieurs années de s'adjuger le record de l'altitude dans l'Amérique du Sud. Après deux vaines tentatives au Sorata, elle se tourna, à partir de 1903, vers le Huascan, ou mieux Huascarán, haut sommet du Pérou situé vers 9° lat. S, aux abords de Yungay, dont RAMONDI avait vainement tenté l'ascension et auquel M^r C. R. ENOCK attribuait, d'après la triangulation, 6 760 m. (22 180 pieds). Miss PECK a réussi en 1908 à escalader le moins élevé des deux pics jumeaux qui forment cette puissante montagne; elle prit, de l'ensellement qui les sépare, une mesure à l'hypsomètre, qui lui donna 20 000 pieds, plus de 6 000 m. Or, au dire de ses guides suisses, il y aurait eu, au-dessus du col en question, au moins 1 200 m. encore à gravir. Miss PECK assurait donc, à son retour, que le Huascarán était certainement plus haut que l'Aconcagua, évalué par les dernières mesures triangulées de M^r SCHRADER à 6 953 m.¹, et qu'il devait atteindre au moins 24 000 pieds (7 300 m.)².

Mrs. F. BULLOCK WORKMAN, intéressée plus que personne à la solution de ce problème, envoya, en juillet 1909, un groupe d'ingénieurs experts, pour effectuer, sous la direction de la Société Générale d'Études et de Travaux topographiques de Paris, la triangulation du massif du Huascarán. Le chef de la mission, M^r DE LARMINAT, conclut, dans un rapport préliminaire, à une altitude de 6 648 m. pour le pic du Nord, et de 6 753 m. pour le pic du Sud. La vérification dernière de ces chiffres, à laquelle se livrent MM^{rs} HENRI VALLOT et SCHRADER³, les modifiera, sans doute, un peu. Mais l'Aconcagua reste le plus haut sommet de l'Amérique du Sud.

OCÉANS ET RÉGIONS POLAIRES

La croisière du « Michael Sars » et du « Thor » dans l'Atlantique. — L'expédition océanographique de M^r J. HJORT et Sir JOHN MURRAY, que nous avons signalée⁴, et qui avait quitté Plymouth le 7 avril, a fait une campagne très fructueuse. La croisière s'est déroulée le long des côtes occidentales de l'Europe et de l'Afrique, depuis l'Irlande jusqu'au cap Bojador; puis l'on gagna les Açores, en passant par les Canaries et la mer des Sargasses; ensuite, on rallia Terre-Neuve, avant de traverser une seconde fois l'Atlantique pour rentrer en Angleterre. 74 stations d'observations physiques et biologiques, plus de 600 observations de température, à diverses profondeurs, exactes à un deux-centième de degré près, tel est le bilan des travaux, qui sont destinés à éclaircir surtout le tracé et le régime des courants dans les portions orientales de l'Atlantique, vers les Canaries et les Açores, et dans le domaine du Gulf Stream. Une étude détaillée fut faite notamment, avec l'appareil d'Ekman, sur les courants du détroit de Gibraltar.

1. M^r SCHRADER avait profité de sa visite dans les Andes en 1904 pour en finir avec l'altitude tant discutée de l'Aconcagua. Il s'appuya sur les altitudes relativement bien contrôlées du chemin de fer transandin; il établit ensuite une série de bases d'après lesquelles il put multiplier les mesures d'angles soigneusement repérées. Il obtint ainsi deux chiffres de hauteur: 6 959 m. et 6 946 m.; le chiffre de 6 953 m. est la moyenne de ces valeurs. — Voir XVII^e *Bibliographie* 1907, n° 1095 A.

2. Miss ANNIE S. PECK, *The Conquest of Huascarán* (*Bull. Amer. Geog. Soc.*, XLI, 1909, p. 355-365, 1 fig. phot.).

3. F. SCHRADER, *L'Année cartographique*. 20^e année, Octobre 1910, feuille *Amérique*.

4. *Annales de Géographie*, XIX, Chronique du 15 mars 1910, p. 189.

On s'efforça de déterminer la limite entre le courant supérieur d'entrée et le courant inférieur de sortie; cette limite varie de 50 à 100 brasses, suivant la marée; la vitesse maxima des deux courants ne dépasse pas 5 nœuds et s'abaisse fréquemment à 1 ou 2 nœuds. Des expériences furent poursuivies également sur la pénétration de la lumière aux diverses profondeurs dans la mer des Sargasses. L'action lumineuse était encore très sensible à 300 brasses, bien qu'à ces niveaux on n'observât plus que des rayons bleus; on la percevait encore à 500; mais, à 900 brasses, les plaques photographiques n'étaient plus impressionnées. Comme nouveauté biologique, il faut signaler la découverte, dans les eaux chaudes de la mer des Sargasses, d'une flore de plantes pélagiques, menues au point de passer à travers les mailles des filets les plus fins. Chaque litre d'eau superficielle, jusqu'à 50 brasses, en contient des milliers; on en détermina un grand nombre d'espèces, qui appartiennent au genre des *Coccolithophoridae*, et dont les plus petites se trouvent surtout dans les mers chaudes, bien qu'on en ait trouvé deux abondamment représentées aux abords du Grand Banc de Terre-Neuve. Une riche collection de Poissons et autres grands organismes, pêchés à tous les niveaux entre la surface et 2 000 brasses, s'ajoute à ces observations; les Poissons pélagiques abondent dans les eaux intermédiaires: un seul coup de chalut, à 500 brasses sur la côte Ouest de l'Irlande, donna 330 Poissons de fond. Par contre, les très grandes profondeurs sont presque désertes, et, à 2 900 brasses, le nombre d'espèces observé se réduisait à peu de chose. Le « *Michael Sars* » devait explorer les abords de l'Islande, mais l'étude des températures du Gulf Stream au Sud du Grand Banc donna des résultats si imprévus qu'on préféra s'y attarder pour y pratiquer des recherches plus approfondies¹.

L'Atlantique Nord a encore fait, au cours de cet été, l'objet d'autres travaux, mais dans des parages plus septentrionaux. M^r JOHNS SCHMIDT est parti en juillet, sur le « *Thor* », aux frais du Gouvernement danois et de divers particuliers, pour explorer l'Océan entre les Fär-Øer et l'Islande; d'autre part, R. AMUNDSEN, qui est maintenant en route sur le « *Fram* » pour son grand voyage polaire, a présumé à son expédition par une croisière océanographique dans les eaux irlandaises de l'Atlantique. D'accord avec F. NANSEN, il devait, passant au Sud de l'Irlande, tracer une coupe vers le Nord-Nord-Ouest, puis revenir par les Orcades à Bergen, en août, pour y prendre ses chiens. Quant à F. NANSEN, il voulait jalonner d'observations une ligne allant de la côte Nord de l'Irlande jusqu'à l'Islande, et comprise entre les deux itinéraires de R. AMUNDSEN².

Le projet Zeppelin pour atteindre le pôle Nord en ballon. — Reprenant le projet d'ANDRÉE et de W. WELLMAN, mais avec un dirigeable cette fois, un Comité ZEPPELIN s'est constitué en 1909 pour atteindre le pôle Nord en ballon. Seulement, les promoteurs, avec plus de prudence et de méthode que leurs devanciers, ont tenu à faire d'abord l'étude des conditions spéciales qu'impose le climat polaire à la navigation aérienne. L'expédition préliminaire a eu lieu, cet été, au Nord du Spitsberg. Le 3 août, le prince HENRI DE PRUSSE, le comte ZEPPELIN et M^r HERGESSELL ont pris place à

1. *Geog. Journ.*, XXXVI, Sept., 1910, p. 361-362.

2. *Ibid.*, July, 1910, p. 106; Aug., p. 226.

bord d'un petit vapeur qui a fait une pointe dans la banquise, puis ils se confièrent à un ballon captif, sur lequel ils inaugurèrent une série d'expériences. A part les conditions d'ancrage, qui restent défectueuses, toutes les difficultés paraissent heureusement résolues, et l'on pense qu'une première tentative vers le pôle pourra avoir lieu dès juillet prochain. Accessoirement, cette expédition d'essai a fait quelques observations scientifiques : elle a découvert un grand banc au Sud de la Terre du Roi Charles et une bifurcation du Gulf Stream déterminée par la descente d'une branche du courant polaire¹.

L'expédition Mikkelsen au Groenland oriental. — L'expédition EINAR MIKKELSEN² qui s'efforce de retrouver les journaux et documents abandonnés par l'infortuné MYLIUS ERICHSEN³, a eu jusqu'à présent un succès médiocre; son navire, l'« *Alabama* », a été écrasé par la banquise; une partie de l'expédition, recueillie par un baleinier, est rentrée en Danemark. Mais M^r MIKKELSEN, accompagné du machiniste IVERSEN, est resté au Groenland; parti depuis le 3 mars 1910, il n'avait encore retrouvé que le corps de BROENLUND, mais aucune trace de ses compagnons, ni des documents cherchés. On pense que le but de M^r MIKKELSEN est de gagner, par le fjord de Danemark, le chenal de Peary, d'où il atteindrait le cap York sur la côte occidentale. Mais il n'est pas sûr qu'il puisse rentrer en Danemark cette année⁴.

Le problème de la Barrière de glace de Ross, d'après l'expédition Shackleton. — L'expédition SHACKLETON a rapporté, au sujet de l'extraordinaire et énigmatique formation glaciaire connue sous le nom de Barrière de Ross, des faits et des observations qui paraissent bien éclaircir ce problème demeuré jusqu'à présent insoluble. Dans une adresse à la Société Royale d'Édimbourg, M^r JAMES MURRAY a résumé ainsi la solution de cette vieille question : « Lors du voyage vers la Terre Victoria, on avait remarqué que les icebergs d'aspect tabulaire normal ne présentaient nulle part de glace solide, excepté là où le contact de l'eau y avait formé une croûte. Ils semblaient composés entièrement de neige comprimée. Des mesures prises sur des icebergs retournés montrèrent que la partie émergée avait été très haute au-dessus de l'eau et représentait un cinquième, parfois même un quart de la hauteur totale. Plus tard, les officiers du « *Nimrod* » pratiquèrent des sondages autour d'un iceberg échoué, et ils trouvèrent que les portions au-dessus et au-dessous de l'eau étaient sensiblement égales. On ne voyait pas trace de glace dans les icebergs retournés, et le front de la barrière, comme les icebergs, ne laissait voir que de la neige comprimée en couches horizontales.

« L'équipe Joyce, chargée d'installer un dépôt, eut la chance d'identifier un ancien dépôt du capitaine SCOTT, dont la position avait été exactement fixée; il lui fut possible ainsi de déterminer le taux d'avancement de la Barrière le long de sa bordure occidentale, ainsi que le taux d'accumulation de la neige à sa surface pendant une période de plus de six ans. La

1. *Geog. Zeitschr.*, XVI, 1910, Neuntes Heft, p. 523.

2. *Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 383.

3. *Ibid.*, XVII, 1908, p. 471-472.

4. *Geog. Zeitschr.*, XVI, 1910, Neuntes Heft, p. 523-524.

marche vers la mer semble s'être effectuée à raison de 500 yards (457 m.) par an, et l'accumulation de neige paraît avoir atteint un pied anglais (30 cm.) par an. Bien que ces mesures aient été prises en une région de la Barrière d'apparence absolument plane, on doit supposer que l'épaisseur de la neige déposée varie beaucoup suivant les points; de même, la Barrière doit avancer à une allure différente vers son centre, loin de toute terre. Tirant parti de ces données pour estimer le taux moyen d'avancée et de compression des couches de neige, il semblerait que les couches qu'on observe à la base de la falaise terminale, haute d'environ 200 pieds, devraient s'être déposées¹ à quelque 50 miles (80 km.) plus au Sud, il y a environ 200 ans. Néanmoins, sous ce poids énorme de la neige qui les recouvre incessamment, les couches inférieures ne se changent pas en glace. Des glaciers de vallée, du type ordinaire, débouchent sur la Barrière en divers points, et l'un d'entre eux a servi de route vers le pôle. C'est de tous ces faits réunis qu'on peut reconstituer l'histoire de la Grande Barrière. Prenant naissance dans les glaciers qui aboutissent à la mer resserrée entre les Terres Victoria et Édouard VII, la glace se met à flotter et s'avance vers le Nord, mais, graduellement comprimée sous les masses de neige qui s'accumulent, elle s'enfoncé de plus en plus en profondeur et passe au-dessous du niveau de la mer. Sans doute, avant d'atteindre le front de la Barrière, il se peut que la glace soit entièrement fondue par l'action de l'eau de mer, et il ne reste plus alors que les strates de neige flottante². »

MAURICE ZIMMERMANN,
Chargé de cours de Géographie
à l'Université de Lyon.

1. Ce calcul ne paraît pas tenir compte de la compression de plus en plus grande que subissent les anciennes couches de neige et de leur diminution probable d'épaisseur, à cause de ce tassement.

2. JAMES MURRAY, *The Scientific Work of the British Antarctic Expedition of 1907-9* (*Geog. Journ.*, XXXVI, Aug., 1910, p. 203-205).

ERRATA DU N° 101 (XVIII^e BIBLIOGRAPHIE 1908)

- P. 22, deux dernières lignes, *intercaler*, dans l'ordre numérique, les n° 652 A, 727, 774, 902, 904.
- N° 73 A, ligne 1 du compte rendu, *au lieu de* : 49, *lire* : 21.
- N° 81, ligne 1 du titre, *au lieu de* : Messerschmidt, *lire* : Messerschmitt.
- N° 120 A, ligne 11 du compte rendu, *au lieu de* : 975, *lire* : 976.
- N° 246 B, ligne 25 du compte rendu, *au lieu de* : analysé, *lire* : fait suite à l'article analysé.
- P. 117, dernière ligne, *intercaler*, dans l'ordre numérique, les n° 729 B, 812, 983, 988.
- N° 435, ligne 3 du titre, *au lieu de* : 1903, *lire* : 1908.
- N° 439 B, ligne 1 du compte rendu, *au lieu de* : p. 17-19, *lire* : p. 1721 et suiv.
- N° 539, ligne 6 du titre, *au lieu de* : B, *lire* : D.
- N° 556, ligne 5 du compte rendu, *au lieu de* : p. 345, *lire* : p. 354.
- N° 568 B, ligne 2 du titre, *après* : 15, *ajouter* : p.
- N° 570, ligne 10 du compte rendu, *au lieu de* : umani, *lire* : umane.
- N° 628, ligne 7 du compte rendu, *au lieu de* : 172, *lire* : 272.
- N° 651, ligne 11 du compte rendu, *au lieu de* : ou, *lire* : on.
- P. 201, ligne 11, *après* : 517, *ajouter* : 523.
- N° 681, ligne 2 du compte rendu, *au lieu de* : 542, *lire* : 524.
- N° 720 B, ligne 2 du compte rendu, *au lieu de* : 1968, *lire* : 1908.
- N° 737, ligne 4 du titre, *au lieu de* : Sohn, *lire* : Son.
- P. 220, dernière ligne, *après* : 973 A, *ajouter* : 1025 A.
- N° 778, dernière ligne du compte rendu, *au lieu de* : 198 p., *lire* : 178 p.
- P. 228, dernière ligne, *au lieu de* : 226 A, *lire* : 226 B.
— — *après* : 748, *ajouter* : 1025 A.
- N° 808 B, dernière ligne du compte rendu, *supprimer* les mots : campagne de 1907.
- N° 872 A, ligne 2 du compte rendu, *au lieu de* : 2, *lire* : 4.
- N° 914 C, ligne 3 du compte rendu, *au lieu de* : 8 pl., *lire* : 7 pl.
— ligne 15 du compte rendu, *au lieu de* : v-III, *lire* : v-VII.
- N° 943, ligne 2 du titre, *au lieu de* : 1998, *lire* : 1908.
- P. 269, avant-dernière ligne, *après* : 207, *ajouter* : 208.
- N° 958, ligne 1 du compte rendu, *au lieu de* : D. W., *lire* : O. W.
- P. 282, ligne 22, *au lieu de* : 262 B, *lire* : 262 C.
- P. 285, avant-dernière ligne, *au lieu de* : 262 B, *lire* : 262 C.
- deux dernières lignes, *intercaler*, dans l'ordre numérique, les n° 232 C, 1013, 1021.
- N° 1004, ligne 3, *au lieu de* : XVIII. *lire* : XVII.
- P. 297, dernière ligne des Antilles (appels), *au lieu de* : 1025 A, *lire* : 1025 AC.

- N° 1079 B, dernière ligne du titre, *au lieu de* : 50 000, *lire* : 500 000.
 P. 312, dernière ligne, *après* : 418, *ajouter* : 977.
 N° 1097, ligne 1 du titre, *au lieu de* : Auffrage, *lire* : Auftrage.
 P. 319, col. 1, *au lieu de* : Barrett (D. W.), *lire* : Barrett (O. W.).
 P. 322, col. 1, *au nom* : Davis, *intercaler* le n° 253.
 P. 328, col. 2, *au lieu de* : Messerschmidt, *lire* : Messerschmitt.
 P. 332, col. 2, *au lieu de* : Smissen (H. van der), *lire* : Smissen (W. van der).

ERRATA DES N^{os} 103, 104, 105 ET 106

- P. 72, note 1, *au lieu de* : Leroux, *lire* : Roux.
 P. 77, dernière ligne du texte, *au lieu de* : brasses, *lire* : brosses.
 P. 79, note 1, ligne 2, *au lieu de* : 1905, *lire* : 1904.
 — — ligne 6, *au lieu de* : del, *lire* : di.
 P. 86, ligne 2, *au lieu de* : inauguré en juin 1905, *lire* : livré au service en juin 1906.
 P. 88, note 1, ligne 2, *après* : XXVII, *ajouter* : 1^{er} mars.
 P. 89, ligne 24, *après* : immigration, *ajouter* : britannique.
 — note 1, *ajouter* : p. 469 et suiv.
 P. 93, ligne 2 et note 2, *au lieu de* : Blondieaux, *lire* : Blondiaux.
 — note 2, ligne 2, *au lieu de* : p. 230 et suiv., *lire* : p. 258.
 P. 94, ligne 27, *au lieu de* : 500 à, *lire* : à 500 ou.
 P. 95, note 1, fin de la ligne 4, *remplacer* le trait par une virgule.
 Pl. I, sur le méridien 0, *au lieu de* : Aveyron, *lire* : Agout.
 Pl. III, *au lieu de* : A. Chudeau, *lire* : R. Chudeau.
 P. 148, *au-dessous du titre* : Légendes détaillées : *ajouter* : Phototypes A. Demangeon.
 P. 173, note 5, ligne 4, *au lieu de* : 1990, *lire* : 1909.
 P. 240, dernière ligne de la note, *supprimer* : de l'Espagne.
 P. 286, note 1, ligne 2, *supprimer* : 1 fig. cartes.
 P. 322, note 1, ligne 5, *au lieu de* : Anlangen, *lire* : Anlagen.
 P. 324, ligne 5 à partir du bas, *au lieu de* : longueurs, *lire* : hauteurs.
 P. 334, note 2, ligne 2, *au lieu de* : 1 : 2 000 000 et 1 : 8 000, rapport 1 : 250, *lire* :
 1 : 4 000 000 et 1 : 8 000, rapport 1 : 500.
 P. 339, dernière ligne, *au lieu de* : de débit : *lire* : des débits.
 P. 373, ligne 4, *au lieu de* : 16 mai, *lire* : 10 mai.

TABLE ANALYTIQUE

DES

MATIÈRES

ABRÉVIATIONS : A. = Article. — N. = Note. — C. = Chronique.

I. — GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE.

	Pages.
A. — La Carte internationale du monde au millionième (<i>P. Vidal de la Blache</i>)	1-7
Le dernier volume de l' <i>Anllitz der Erde</i> d'Eduard Suess (<i>P. Ternier</i>)	97-112
Études de cônes de déjections. Le torrent de l'Envers de Sollières en Maurienne; 1 fig. croquis; phot., pl. XII-XIII (<i>P. Girardin</i>) . .	193-208
L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines (<i>Premier article</i>); 9 fig. schémas (<i>Emm. de Martonne</i>)	289-317
Écoulement fluvial et dénudation, d'après les travaux de l'U. S. Geological Survey; 8 fig. cartes et diag.; carte, pl. XVII (<i>H. Baulig</i>) .	385-411
N. — Les sols forestiers, d'après M ^r E. Henry (<i>L.-F. Tessier</i>)	70-74
Les gisements et la production actuelle du pétrole (<i>M. Zimmermann</i>) .	359-366
Concours d'agrégation d'histoire et de géographie, 1910-1911.	461
C. — Limite des neiges dans les montagnes, 183; XI ^e Congrès Géologique International de Stockholm, 278, 463; Une Société Serbe de Géographie, 278; Inauguration du Musée Océanographique de Monaco, 374; Prochain Congrès International de Géographie (Rome, 1911), 465.	
Nécrologie : Bernard Brunhes, 373; Commandant Lacroix, 374; Theobald Fischer, 462.	

II. — GÉOGRAPHIE RÉGIONALE.

EUROPE

A. — Le tremblement de terre du 11 juin 1909 dans le Sud-Est de la France. — I. Enquête du Bureau Central Météorologique; carte, pl. I (<i>A. Angot</i>). — II. Observations sur place dans la région dévastée; 6 fig. croquis (<i>P. Lemoine</i>)	8-25
L'origine du nom de Faucilles; fac-similé, pl. II (<i>L. Gallois</i>)	26-41
La crue extraordinaire de la Seine en janvier 1910; 11 fig. diag. (<i>F. Nouailliac-Pioch</i> et <i>Edmond Maillet</i>)	113-119
Le relief du Limousin; 4 fig. croquis et profils; phot., pl. IV-XI (<i>A. Demangeon</i>)	120-149
La plaine du Roussillon; 5 fig. croquis (<i>Ph. Arbos</i>)	150-168
Études de cônes de déjections. Le torrent de l'Envers de Sollières en Maurienne; 1 fig. croquis; phot., pl. XII-XIII (<i>P. Girardin</i>) . .	193-208
La Montagne Noire de Basse Bretagne (<i>C. Vallaux</i>)	209-230
La-transhumance en Espagne; 3 fig. croquis; cartes, pl. XIV A	

	Pages
et B (<i>A. Fribourg</i>)	231-244
L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines (<i>Premier article</i>); 9 fig. schémas (<i>Emm. de Martonne</i>).	289-317
L'étude du profil en long des cours d'eau français; carte, pl. XV (<i>Emm. de Margerie</i>).	318-342
La crue de janvier 1677 à Paris. Contribution à l'histoire du régime de la Seine (<i>Alfred Ulvy</i>).	343-349
La transgression de la mer des Faluns dans la région de la Loire; carte, pl. XVI (<i>C. Passerat</i>).	350-358
Sixième excursion géographique interuniversitaire (Alpes Occidentales, 1910); phot., pl. XVIII-XXIV (<i>R. Blanchard</i>).	412-455
La Plaine lorraine (<i>G. Gravier</i>)	440-455
N. — Le Morvan, d'après l'ouvrage du capitaine J. Levainville (<i>P. Camena d'Almeida</i>)	74-78
Les pluies en Italie, d'après M ^r Filippo Eredia; 3 fig. diagr. (<i>J. Brunhes</i>)	78-83
Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, d'après M ^r Glangeaud (<i>L. Gallois</i>).	169-173
L'hydrologie souterraine des calcaires en Belgique, d'après MM ^{rs} Van den Broeck, Martel et Rahir; 1 fig. croquis (<i>Emm. de Martonne</i>).	173-177
L'émigration grecque (<i>J. Rambaud</i>)	177-182
L'accroissement du port de Rouen (<i>J. Levainville</i>)	271-273
<i>Les Plaines du Poitou</i> , par C. Passerat (<i>P. Vidal de la Blache</i>).	366-369
<i>Le Dictionnaire géographique de la Suisse</i> (<i>Paul Girardin</i>).	369-372
G. — Voies d'accès au Simplon et Convention de Berne, 86; Enquête sur le tremblement de terre de Messine, 87; Emigration anglaise, 88; Limite des neiges dans les Grandes-Rousses, 183; Crue des glaciers en Norvège, 184; Chemin de fer du Gothard, 184; Chutes de Trollhättan, 466.	

ASIE ET AUSTRALASIE

N. — La Mission Pelliot en Asie Centrale (<i>Sylvain Lévi</i>).	274-276
G. — Le cotonnier dans l'île de Ceylan, 89; Expédition T. G. Longstaël dans le Karakorum, 187; Achèvement du chemin de fer du Yun-nan, 279; Plantations dans les Etats Malais, 280; Expéditions Kozlov et de Lacoste en Mongolie, 375; Nouvelle capitale fédérale de l'Australie, 379; Exploration des montagnes neigeuses de la Nouvelle-Guinée, 379; Annexion de la Corée par le Japon, 468.	

AFRIQUE

A. — Mopti et le commerce du Moyen Niger; 1 fig. croquis (<i>L. Marc</i>); appendice de <i>R. Chudeau</i> ; phot., pl. III.	42-47
La cartographie de Madagascar; 1 fig. croquis (<i>Ed. de Martonne</i>).	49-69
Entre Berrouaghia et Aumale; 2 fig. croquis (<i>É.-F. Gautier</i>).	245-259
Sahara algérien et Sahara soudanais (<i>Augustin Bernard</i>).	260-270
G. — Mission Aug. Chevalier dans l'Afrique Occidentale Française, 90, 287, 490; Mission Louis Gentil dans le Maroc occidental, 187; Éruption du pic de Tenerife, 189; Chemins de fer en Algérie-Tunisie, 281; Mission René Chudeau dans le bassin saharien du Niger, 282; Afrique Occidentale : Missions de Giroucourt et Henry Hubert, 283, 469; Zone forestière de la Guinée. Missions Laurent, Joulia, Gros, Gruvel, 285; Achèvement du chemin de fer de la Guinée française, 468.	

AMÉRIQUE

A. — Écoulement fluvial et dénudation, d'après les travaux de l'U. S. Geological Survey; 8 fig. cartes et diagr.; carte, pl. XVII (<i>H. Baulig</i>).	385-411
---	---------

	Pages.
N. — L'ancienne route des galiôns (<i>Maurice de Périgny</i>)	83-85
La production de l'or dans le territoire de Magellan (<i>P. Denis</i>)	276-277
La localisation des cultures en Argentine (<i>P. Denis</i>)	456-460
C. — Expédition au Mont Mac Kinley, 381; Industrie minière au Mexique, 381; Achèvement du chemin de fer transandin de Buenos Aires à Valparaiso, 382; Le mont Huascarán et la question du plus haut sommet de l'Amérique du Sud, 470.	

Océans et Régions Polaires

C. — Croisière du duc d'Orléans dans l'Atlantique boréal, 95; Expéditions au Groenland, 95; Expédition du « <i>Michael Sars</i> » dans l'Atlantique Nord, 189, 471; Décisions des comités scientifiques au sujet de Peary et de Cook, 190; Nouvelle fosse dans le Pacifique Occidental, 287; Retour de la Mission Charcot, 288; Projets Bruce, Scott, Peary, Filchner, 383; Croisière du « <i>Thor</i> », 471; Projet Zeppelin, 472; Expédition Mikkelsen au Groenland oriental, 473; La Barrière de Ross d'après l'expédition Shackleton, 473.

Cartes hors texte

Pl. I. — Art. <i>A. Angot</i> . — Tremblement de terre du 11 juin 1909. Intensité de la secousse principale, à 1 : 1 500 000.
Pl. XIV A et B. — Art. <i>A. Fribourg</i> . — Voies anciennes et modernes de transhumance en Espagne, à 1 : 5 000 000.
Pl. XV. — Art. <i>Emm. de Margerie</i> . — Étude du profil en long des cours d'eau français. État d'avancement en 1910, à 1 : 2 200 000.
Pl. XVI. — Art. <i>C. Passerat</i> . — Extension des faluns dans la basse vallée de la Loire, à 1 : 600 000.
Pl. XVII. — Art. <i>H. Baulig</i> . — Essai de carte de l'écoulement fluvial aux États-Unis, à 1 : 45 000 000 env.

Photographies hors texte

Pl. II. — Art. <i>L. Gallois</i> . — Fac-similé d'un fragment de la carte de Franche-Comté de Tissot (1624), grandeur de l'original.
Pl. III. — Art. <i>L. Marc</i> , appendice de <i>R. Chudeau</i> . — Vues du marché indigène de Sofara.
Pl. IV-XI. — Art. <i>A. Demangeon</i> . — IV. A. Monts de Blond. B. Du massif de Blond aux monts d'Ambazac et de Guéret. C. Plateaux dominant la Tardes. — V. A. Vue prise du Signal de Maupuy vers Guéret. B. Près de Meymac. C. Environs de Saint-Junien-la-Brègère. — VI. A. Vue prise de la Clavelle. B. La pénélaine ancienne, vue du sommet du Puy Pendu. — VII. A. Le plateau au Sud de la Châtre. B et C. Vallée de la Vienne près d'Eymoutiers. — VIII. A et B. Vallée de la Creuse : environs de Fresselines et de Crose. — IX. A. Environs de Gioux. B. Environs du Bourdeix. — X. A et B. Vallée de la Dronne. C. Environs de Saint-Robert. — XI. A. Vue du sommet du Puy d'Ayen. B. Environs de Saint-Robert.
Pl. XII-XIII. — Art. <i>P. Girardin</i> . — Torrent de l'Envers de Sollières (Maurienne).
Pl. XVIII-XXIV. — Art. <i>R. Blanchard</i> . — XVIII A et B. Vallums de Miplaines et de Moirans. — XIX. A. Le Grand Som. B. Le col des Ayes. — XX A et B. Les Petites-Roches. — XXI. A. Le Grésivaudan et le rebord de la Chartreuse de Tencin. B. Le village de Laval. — XXII. A. Le défilé du Maupas. B. Les Grandes-Rousses. — XXIII. A. Entrée du défilé de Pontamafrey. B. Verrou de Saint-Michel-de-Maurienne. — XXIV. A. Les plis couchés des Encombres. B. Saint-Martin-de-la-Porte.

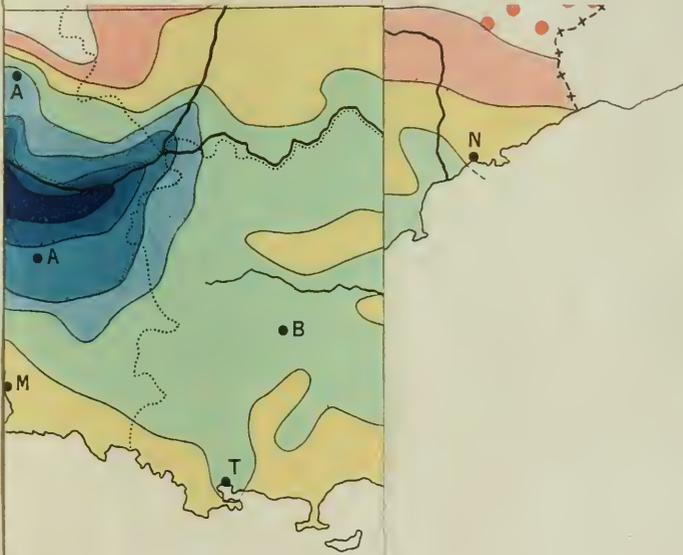
TABLE ALPHABÉTIQUE

PAR

NOMS D'AUTEURS

Pages.	Pages.
ANGOT (Alfred). — Le tremblement de terre du 11 juin 1909 dans le Sud-Est de la France. — I. Enquête du Bureau Central Météorologique	8-15
ARBOS (Ph.). — La plaine du Roussillon	150-168
BAULIG (H.). — Ecoulement fluvial et dénudation, d'après les travaux de l'U. S. Geological Survey.	385-411
BERNARD (Augustin). — Sahara algérien et Sahara soudanais. 260-270	
BLANCHARD (R.). — 6 ^e excursion géographique interuniversitaire (Alpes Occidentales, 1910).	412-439
BRUNHES (Jean). — Les pluies en Italie, d'après M ^r Filippo Eredia.	78-83
CAMENA D'ALMEIDA (P.). — Le Morvan, d'après l'ouvrage du capitaine J. Levainville.	74-78
CHUDEAU (R.). — Le marché indigène de Sofara. Appendice à l'article de L. MARC.	47-48
DEMANGEON (A.). — Le relief du Limousin.	120-149
DENIS (Pierre). — La production de l'or dans le Territoire de Magellan	276-277
— La localisation des cultures en Argentine.	456-460
FRIBOURG (André). — La transhumance en Espagne.	231-244
GALLOIS (L.). — L'origine du nom de Faucilles.	26-41
— Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme, d'après M ^r Glangeaud	169-173
GAUTIER (É.-F.). — Entre Berrouaghia et Aumale.	245-259
GIRARDIN (P.). — Etudes de cônes de déjections. Le torrent de l'Envers de Sollières, en Mauricie	193-208
— <i>Le Dictionnaire géographique de la Suisse</i>	369-372
GRAVIER (G.). — La Plaine lorraine.	440-455
LEMOINE (Paul). — Le tremblement de terre du 11 juin 1909 dans le Sud-Est de la France. — II. Observations sur place dans la région dévastée	15-25
LEVAINVILLE (J.). — L'accroissement du port de Rouen.	271-273
LÉVI (Sylvain). — La Mission Pelliot en Asie Centrale.	274-276
MAILLET (E.). — La crue extraordinaire de la Seine en janvier 1910 (en collaboration avec F. NOUAILHAC-PIOCH)	113-119
MARC (L.). — Mopti et le commerce du Moyen Niger	42-47
MARGERIE (Emm. de). — L'étude du profil en long des cours d'eau français.	318-342
MARTONNE (Ed. de). — La cartographie de Madagascar.	49-69
MARTONNE (Emm. de). — L'hydrologie souterraine des calcaires en Belgique, d'après MM ^{rs} Van den Broeck, Martel et Rahir. 173-177	
— L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines (<i>Premier article</i>)	289-317
NOUAILHAC-PIOCH (F.). — La crue extraordinaire de la Seine en janvier 1910 (en collaboration avec E. MAILLET).	113-119
PASSERAT (C.). — La transgression de la mer des Faluns dans la région de la Loire	350-358
PÉRIGNY (M. de). — L'ancienne route des galions.	83-85
RAMBAUD (Jacques). — L'émigration grecque	177-182
TERMIER (P.). — Le dernier volume de <i>l'Atlitz der Erde</i> d'Eduard Suess	97-112
TESSIER (L.-F.). — Les sols forestiers, d'après M ^r E. Henry.	70-74
UHRY (Alfred). — La crue de janvier 1677 à Paris. Contribution à l'histoire du régime de la Seine.	343-349
VALLAUX (Camille). — La Montagne Noire de Basse Bretagne. 209-230	
VIDAL DE LA BLACHE (P.). — La Carte internationale du monde au millionième.	1-7
— <i>Les Plaines du Poitou</i> , par C. Passerat.	366-369
ZIMMERMANN (M.). — Les gisements et la production actuelle du pétrole	359-366
— <i>Chronique géographique.</i>	86-96, 183-192, 278-288, 373-384, 462-474

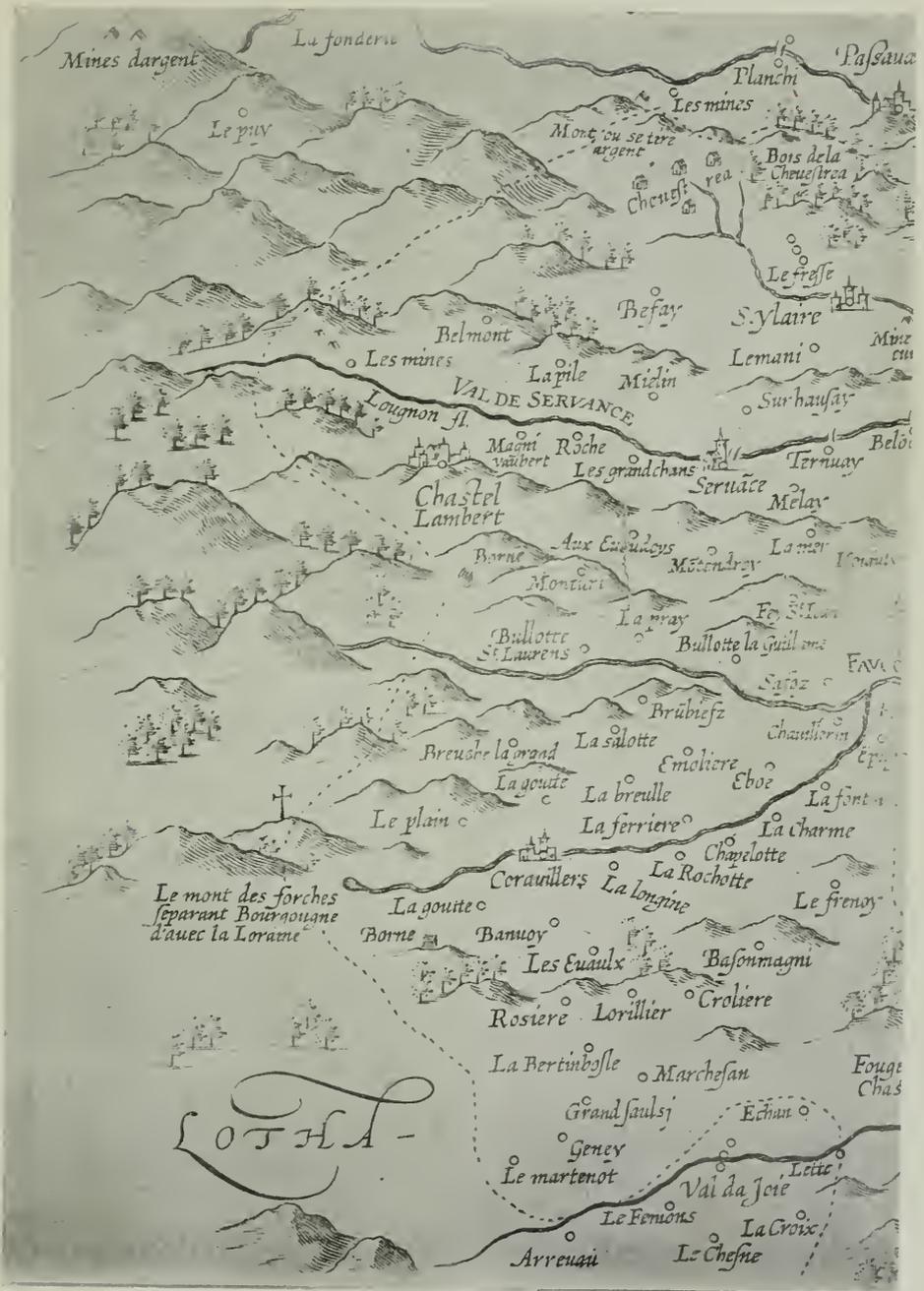
L'Éditeur-Gérant : MAX LECLERC.



Degrés







FRAGMENT DE LA CARTE DE FRANCHE-COMTÉ DE TISSOT (1624).

Grandeur de l'original.



VUES DU MARCHÉ INDIGÈNE DU MARDI, A SOFARA.
On remarquera dans la figure supérieure, les barres de sel.

(Phototypes A. Châtelet).



A. — SUR LA ROUTE DE BELLAC A BLOND. LES MONTS DE BLOND.



B. — DU MASSIF DE BLOND AUX MONTS D'AMBAZAC ET DE GUÉRET.



C. — LES PLATEAUX DOMINANT LA TARDÈS, VUS DE LA GARE DE BUDELIERÈ-CHAMBON.



A. — VUE DU SIGNAL DE MAUPUY VERS GCÉRET.



B. — PRÈS DE MEYMAC, LE BORD DE LA MONTAGNE.



C. — VUE PRISE AUX ENVIRONS DE SAINT-JUNIEN-LA-BRÉGÈRE
VERS LE NORD-EST.



A. — VUE PRISE DE LA CLAVELLE, VERS SAINT-MARTIN-CHATEAU.



B. — LA PÉNÉPLAINE ANCIENNE, VUE DU SOMMET DU PUY PENDU.



A. — LE PLATEAU AU SUD DE LA CHATRE.



B. — EYMOUTIERS ET LA VALLÉE DE LA VIENNE.



C. — VALLÉE DE LA VIENNE, A 500 M. EN AVAL D'EYMOUTIERS.



A. — LA VALLÉE DE LA CREUSE VUE DE FRESSÉLINES VERS L'AVAL.



B. — AU-DESSUS DU VILLAGE DE CROSE.
(Rive gauche de la Creuse.)



A. — ENVIRONS DE GIOUX, AU SUD DE FELLETIN.



B. — VUE A L'ENTRÉE DU BOURDEIX, VERS LE VILLAGE DE BOUCHARDIÈRE.



A. — LA VALLÉE DE LA DRONNE A 2 km. AU NORD DE SAINT-PARDOUX
(Vue prise vers l'amont.)



B. — LA MÊME (Vue prise vers l'aval.)



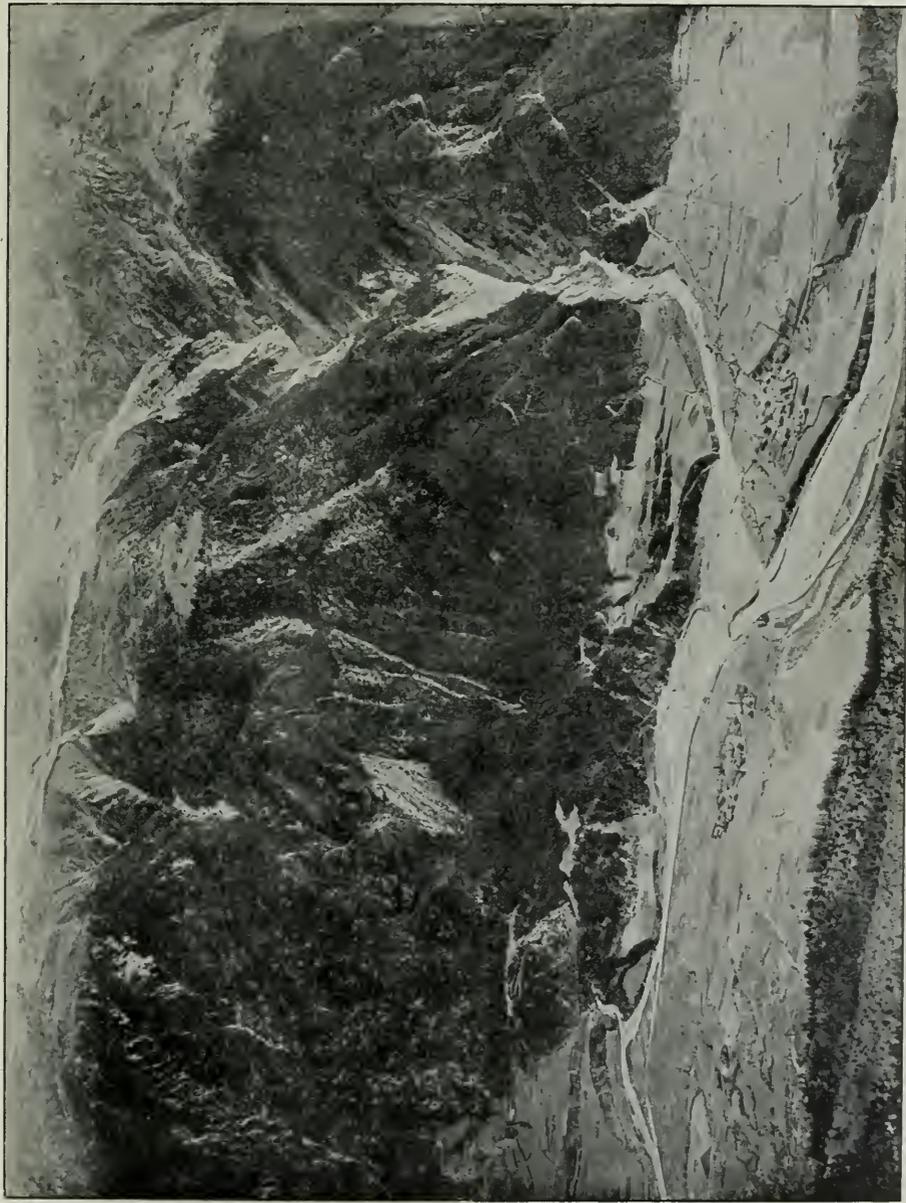
C. — AUX ENVIRONS DE SAINT-ROBERT.
(Vue prise vers le Nord.)



A. — DU SOMMET DU PUY D'AYEN (377 m).
(Vue prise vers l'Est.)

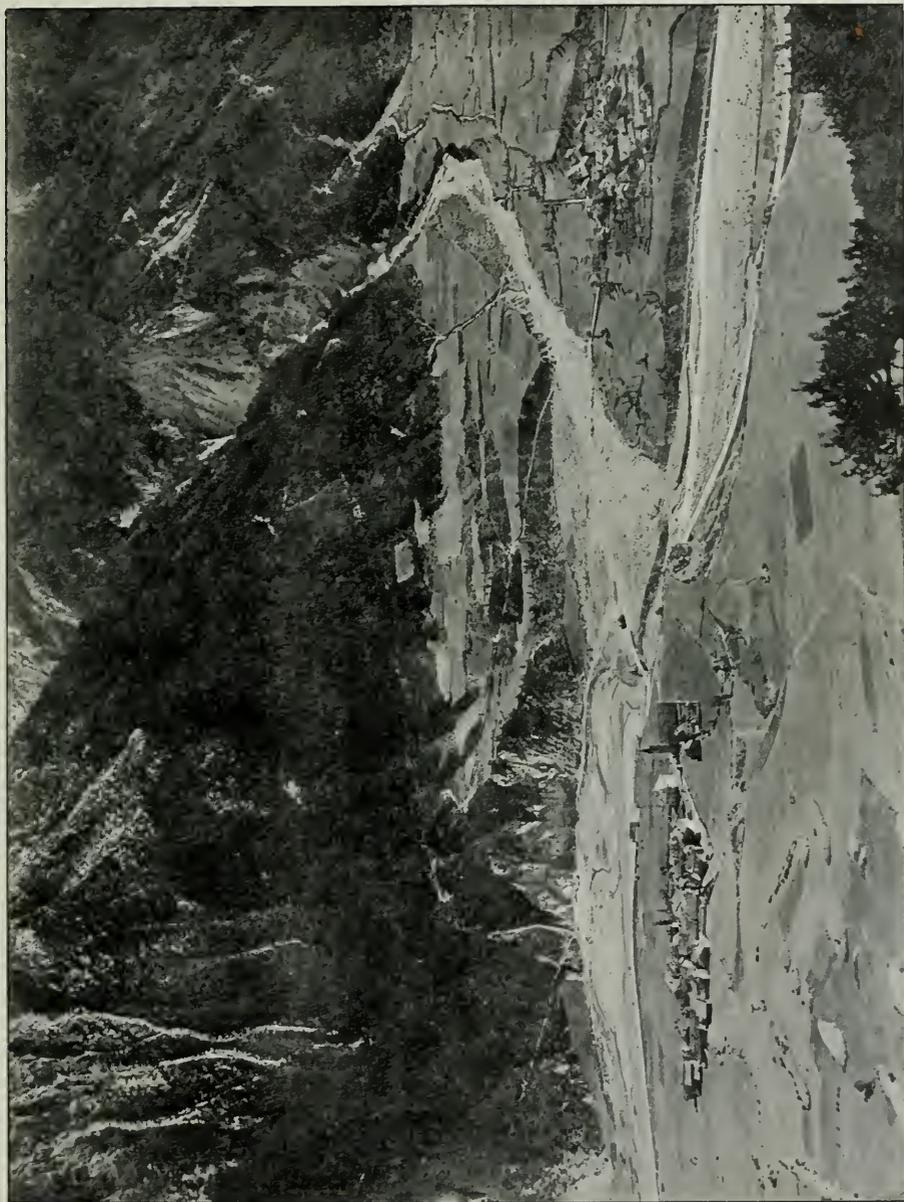


B. — AUX ENVIRONS DE SAINT-ROBERT.
(Vue prise vers le Nord et vers Segonzac.)



LE TORRENT DE L'ENVERS DE SOLLIÈRES

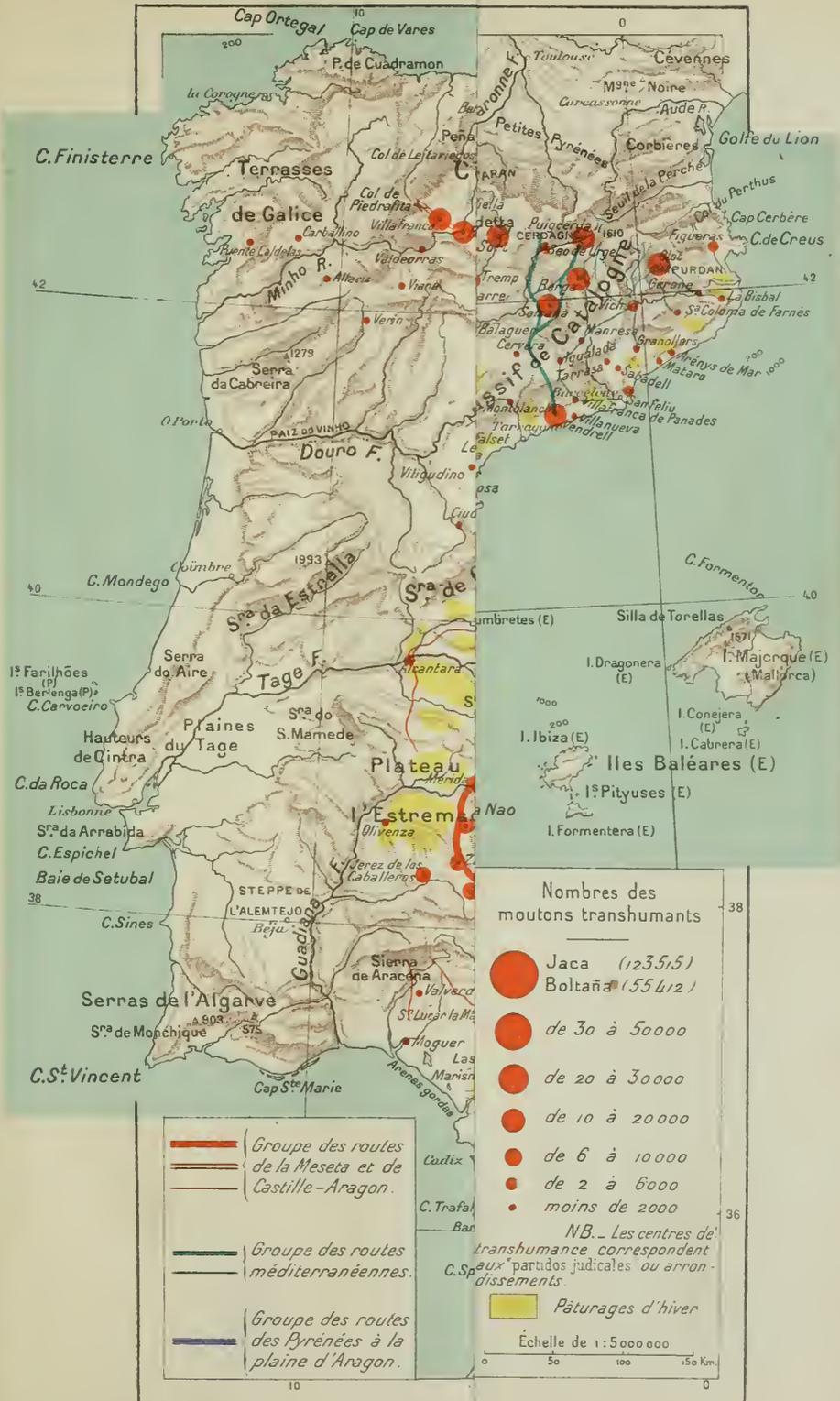
Vue prise de la Losa (2.497 m.).



LE TORRENT DE L'ENVERS DE SOLLIÈRES

(Vue prise à 400 mètres environ au-dessus de Sollières).

(Phototype P. Giardain.)



C. Finisterre

Terrasses de Galice

Col de Leitariegos

Penafiel

Petites Pyrénées

Corbières

Golfe du Lion

42

42

40

40

38

38

36

36

Groupe des routes de la Meseta et de Castille-Aragon.
 Groupe des routes méditerranéennes.
 Groupe des routes des Pyrénées à la plaine d'Aragon.

1^o Familhões (P)
1^o Berlenga (P)
C. Carvoeiro

C. da Roca
Lisbonne
S^o da Arrabida
C. Espichel

Baie de Setubal
C. Sines

Serras del Algarve
S^o de Monchique

C. S^t Vincent

C. Mondego

Serra do Aire

Plaines du Tage

Serra do S. Mamede

Serra de Aracá

Cap S^t Marie

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Col de Leitariegos

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Col de Leitariegos

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Col de Leitariegos

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Col de Leitariegos

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

Cap S^t Marie

Col de Leitariegos

Villafranca

Valdeornas

Serra da Cabreira

Douro F.

S^o da Estrela

Tage F.

Plateau Merid.

Estremoz

STEPPE DE L'ALEMTEJO

Sierra de Aracá

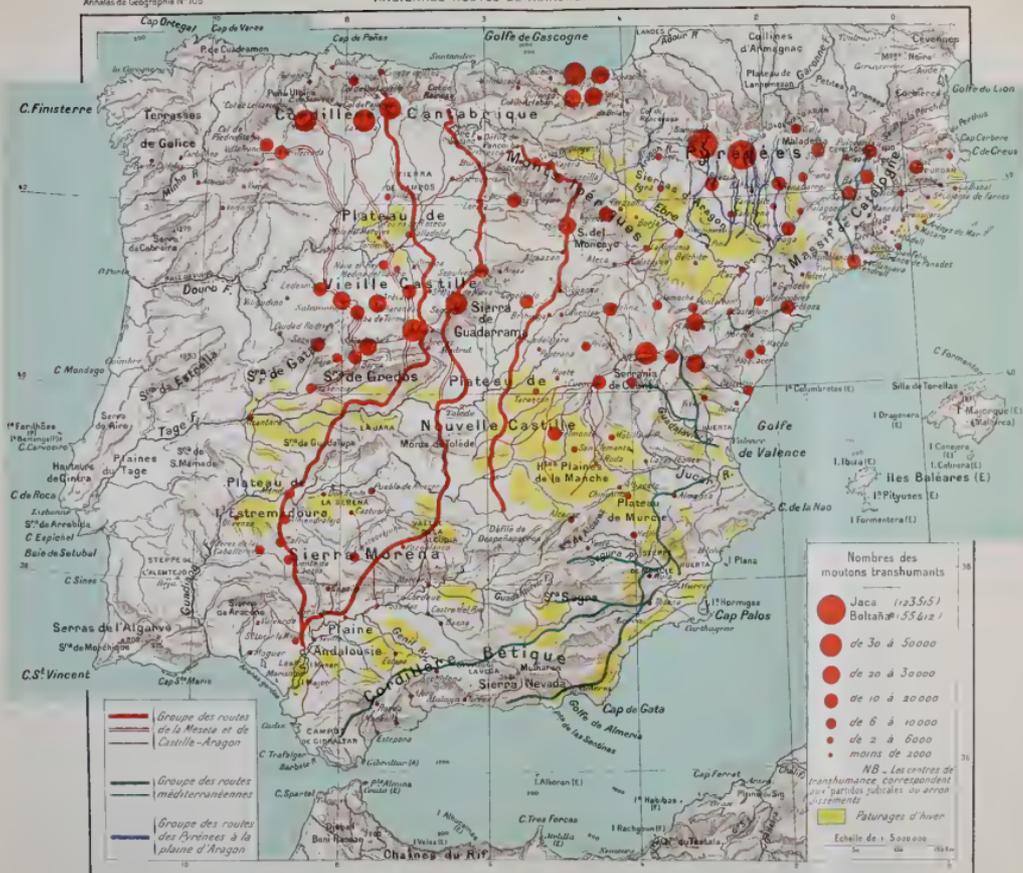
Cap S^t Marie

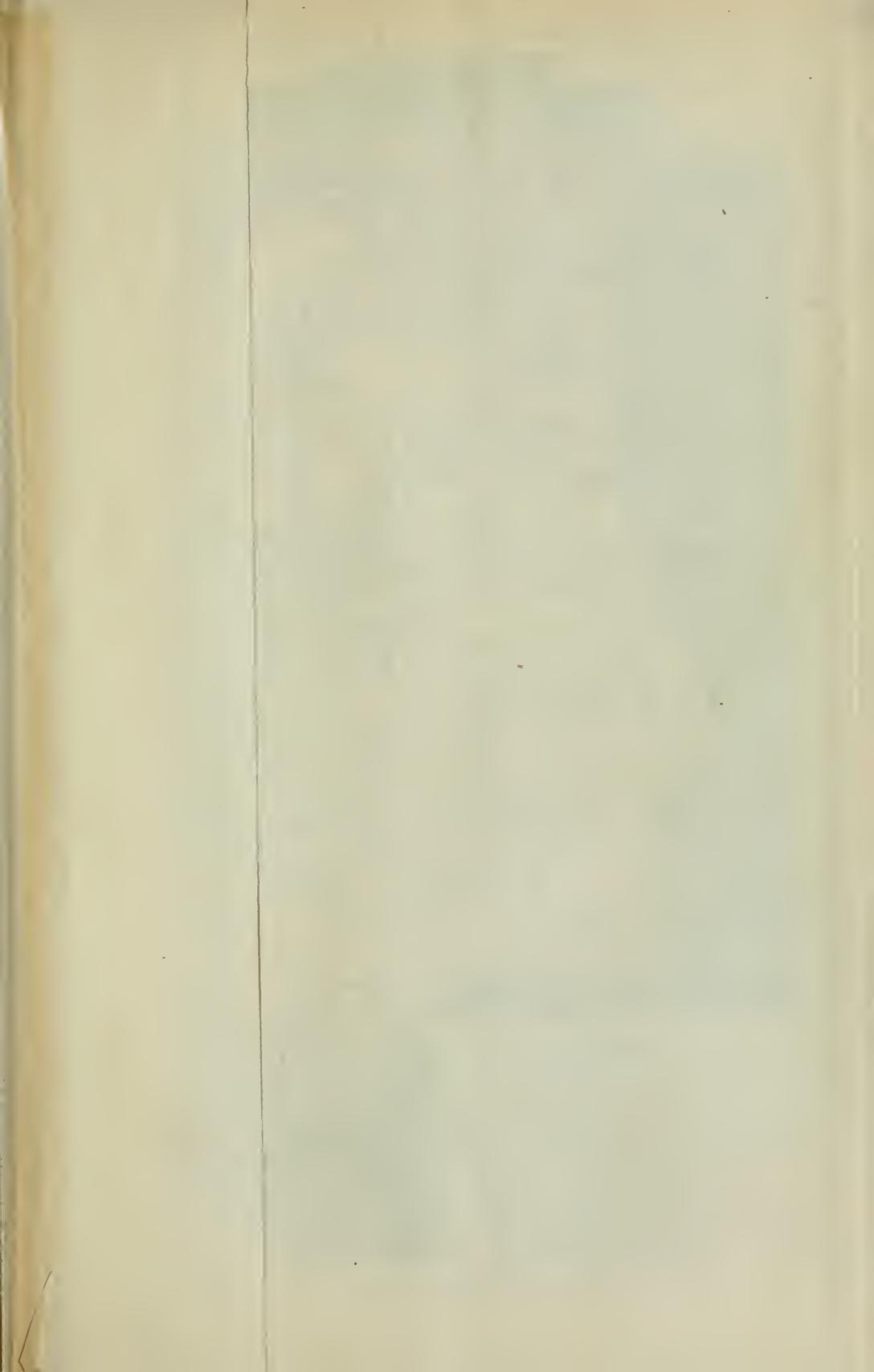
Cudix

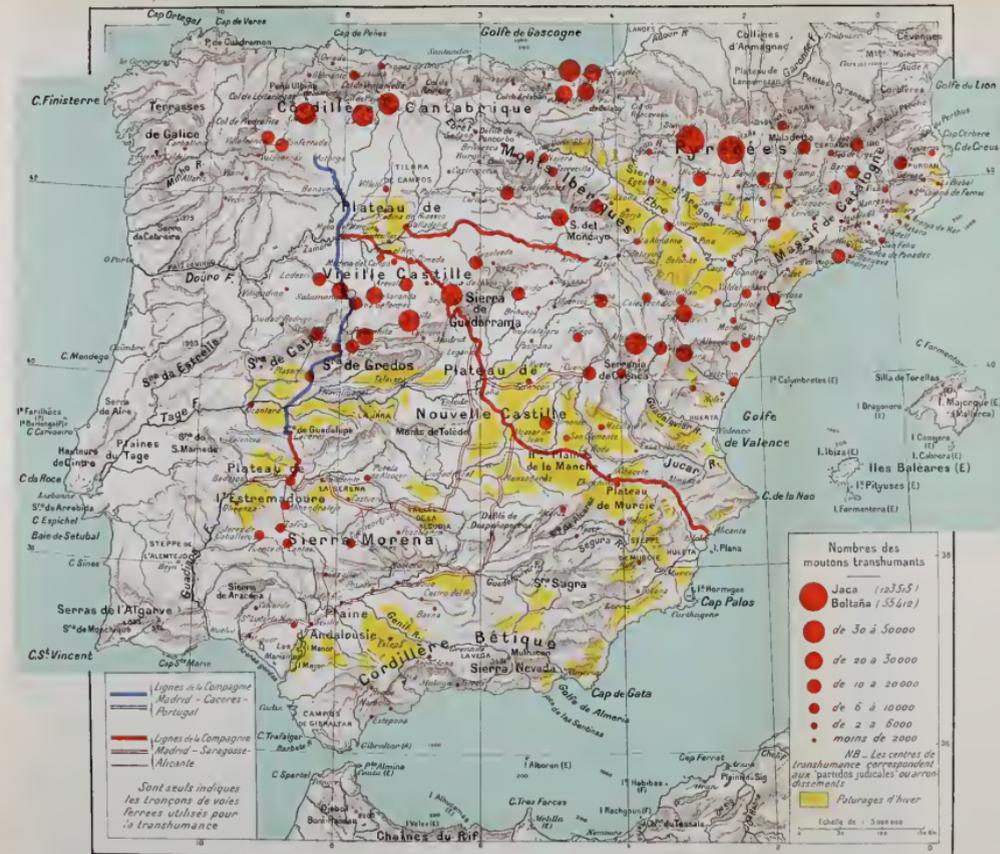
C. Trafalgar

Barcelonnette

Barcelonnette







ÉTUDE DU PROFIL EN LONG DES COURS D'EAU FRANÇAIS

État d'avancement en 1910

Échelle 1:2 200 000

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

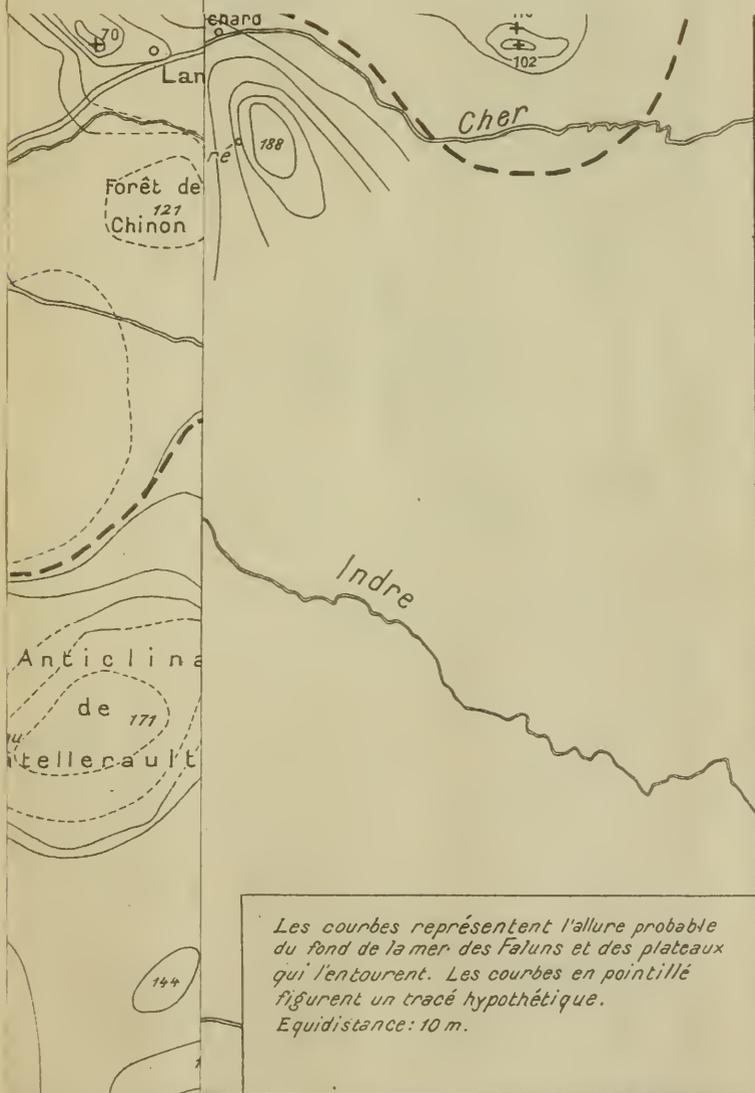
M A N C H E

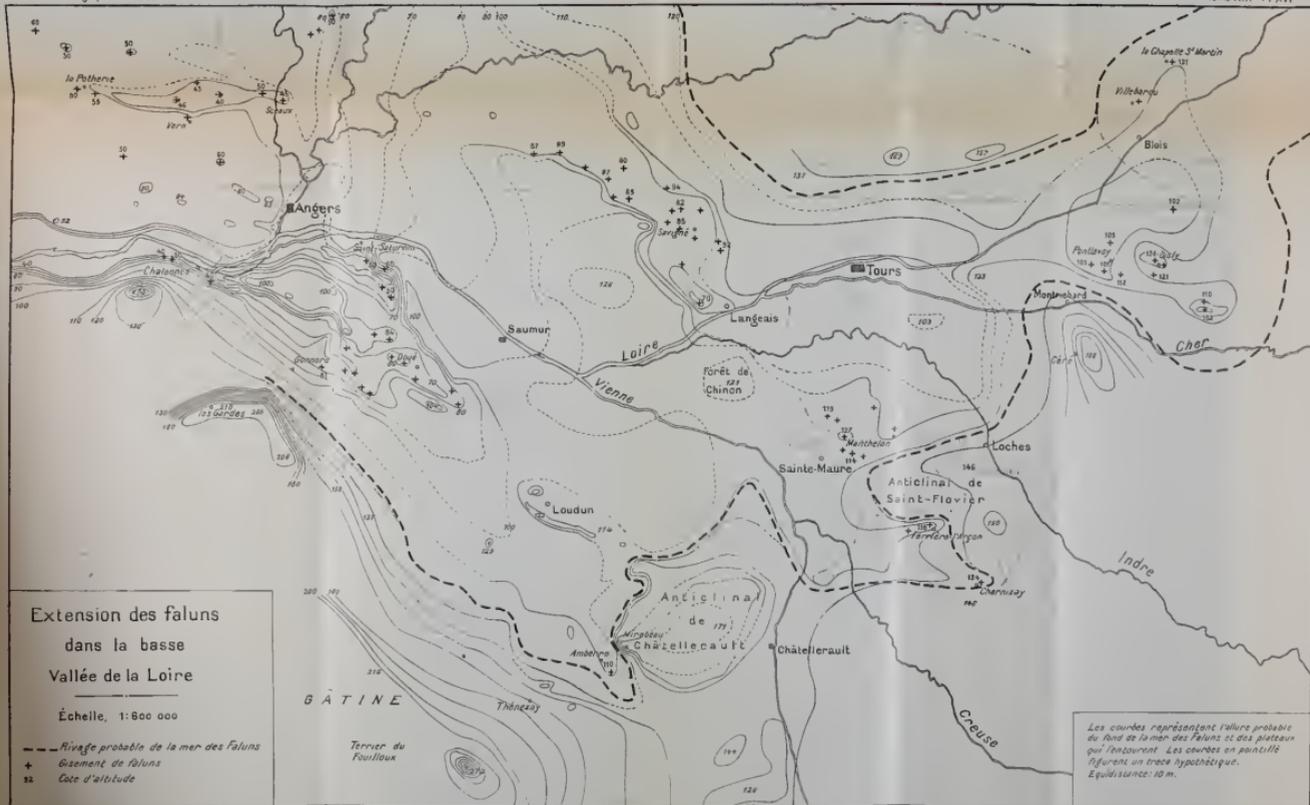
O C É A N
A T L A N T I Q U E

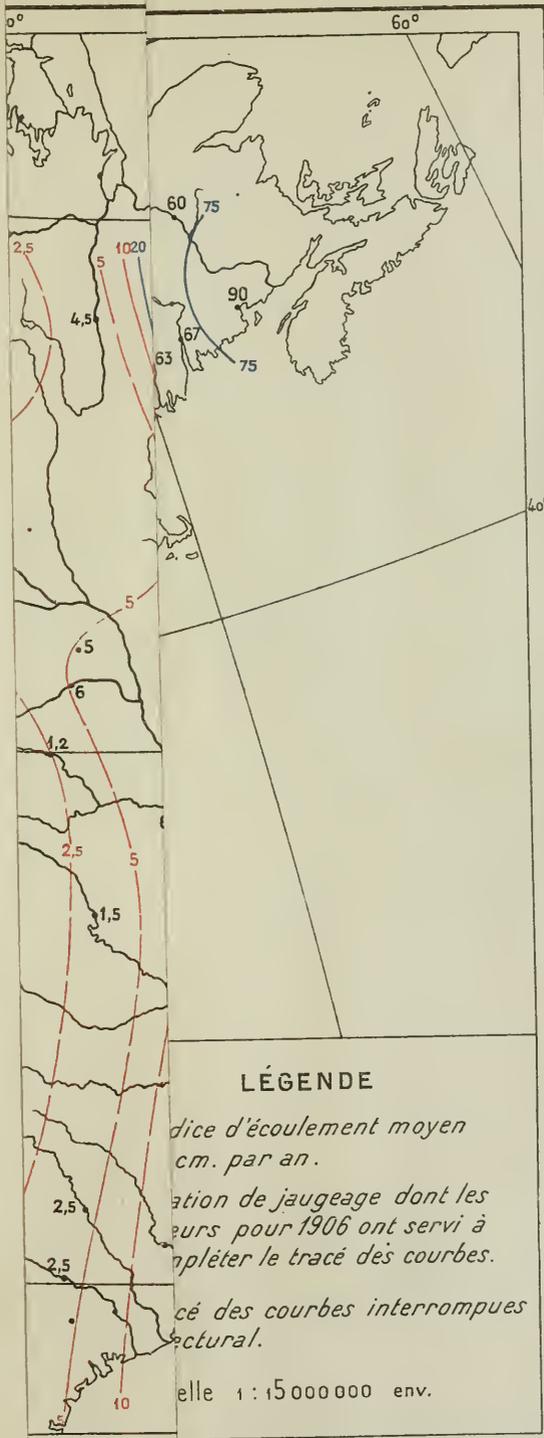
LÉGENDE

- Cours d'eau dont le profil a été publié en France
- Cours d'eau dont le profil a été publié en Belgique
- Cours d'eau dont il existe un profil mensurément
- Profils indiqués pour la Service des Travaux Publics de la France et Ministère des Travaux Publics

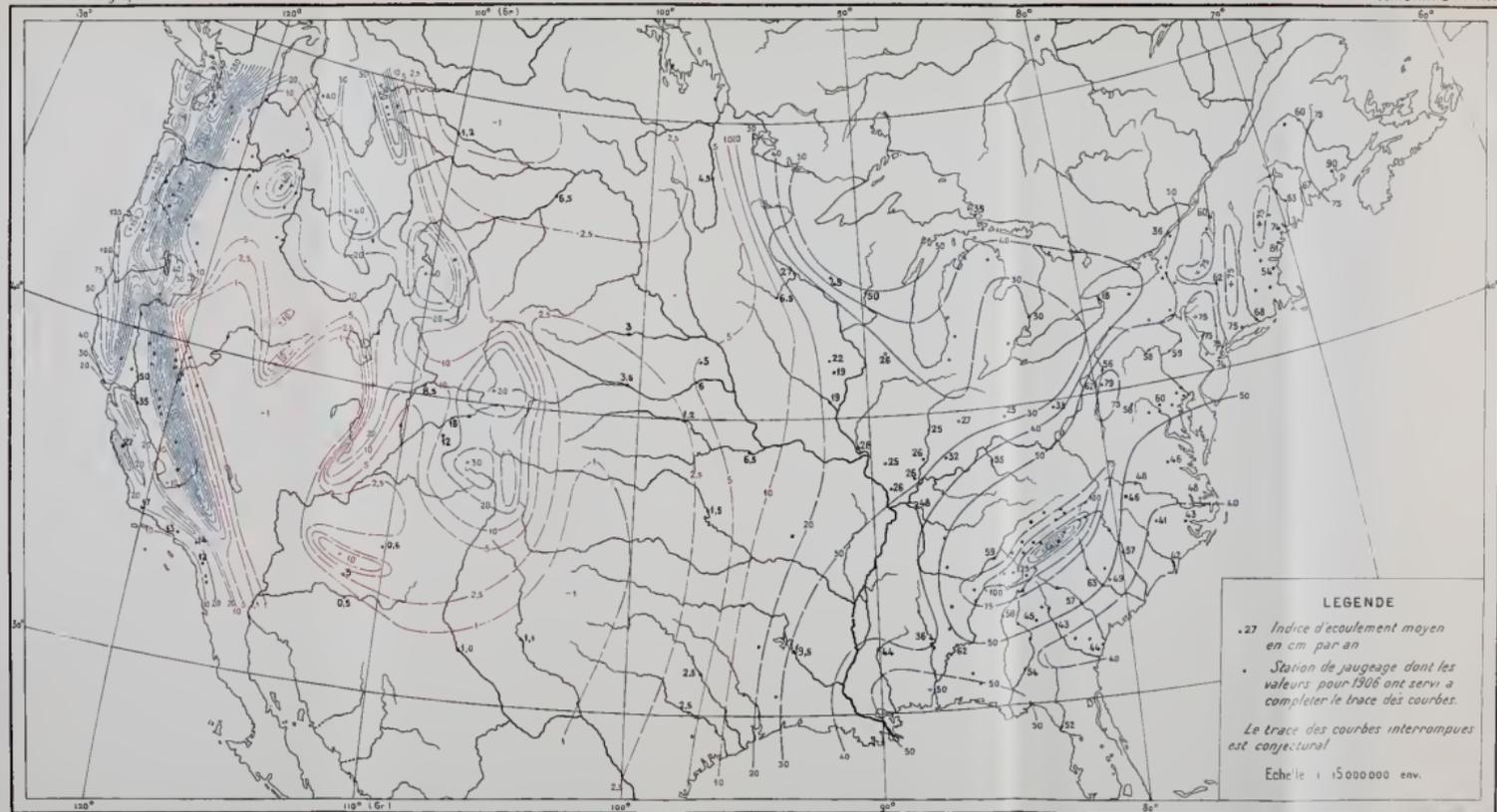
Revue pour l'Étude de Géographie le Journal de la Société de Géographie (Paris) 1910

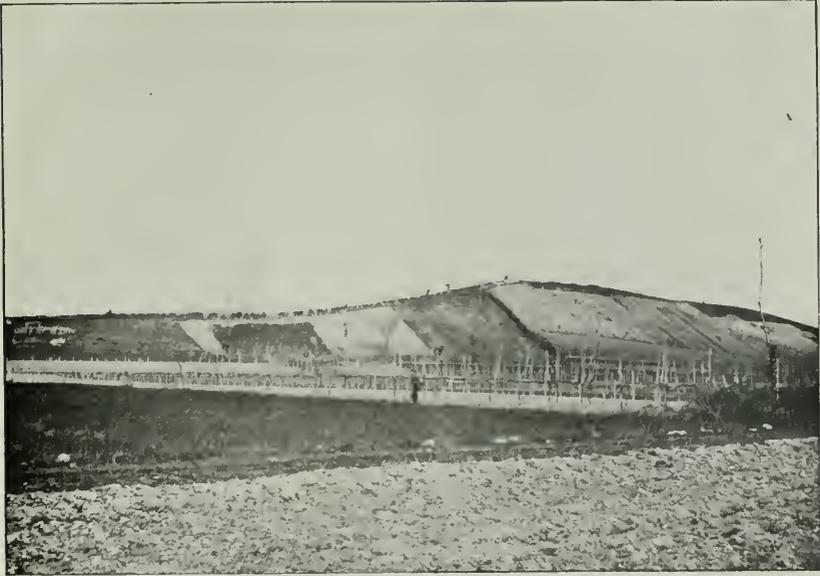






ESSAI DE CARTE DE L'ÉCOULEMENT FLUVIAL AUX ÉTATS-UNIS



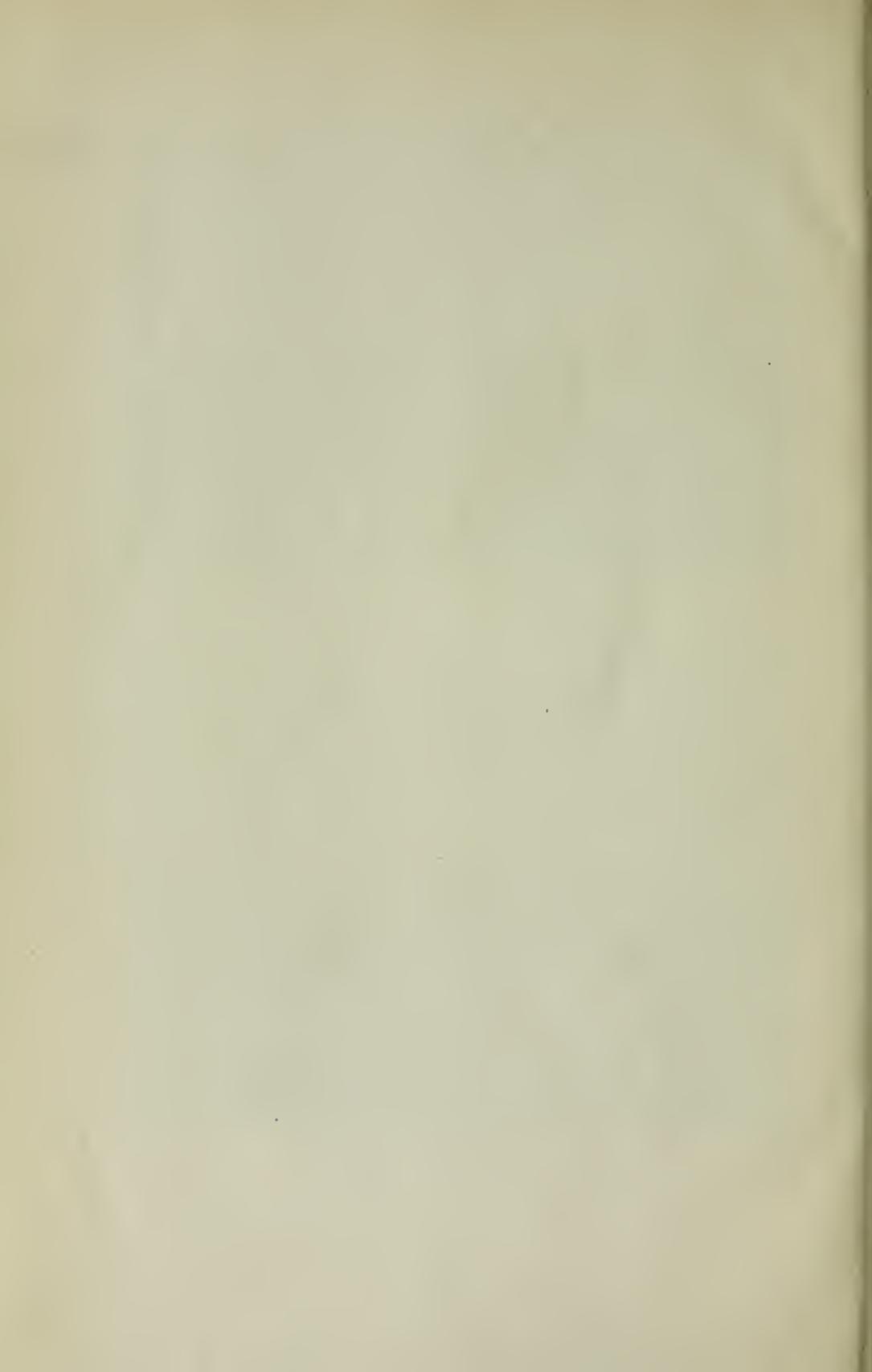


A. — VALLUM DE MIPLAINE (STADE DE RIVES).



B. — VALLUM DE MOIRANS.
VALLÉE DE LA MORGE ENFONCÉE DANS LA NAPPE SUBORDONNÉE.

(Phototypes Blanchard.)



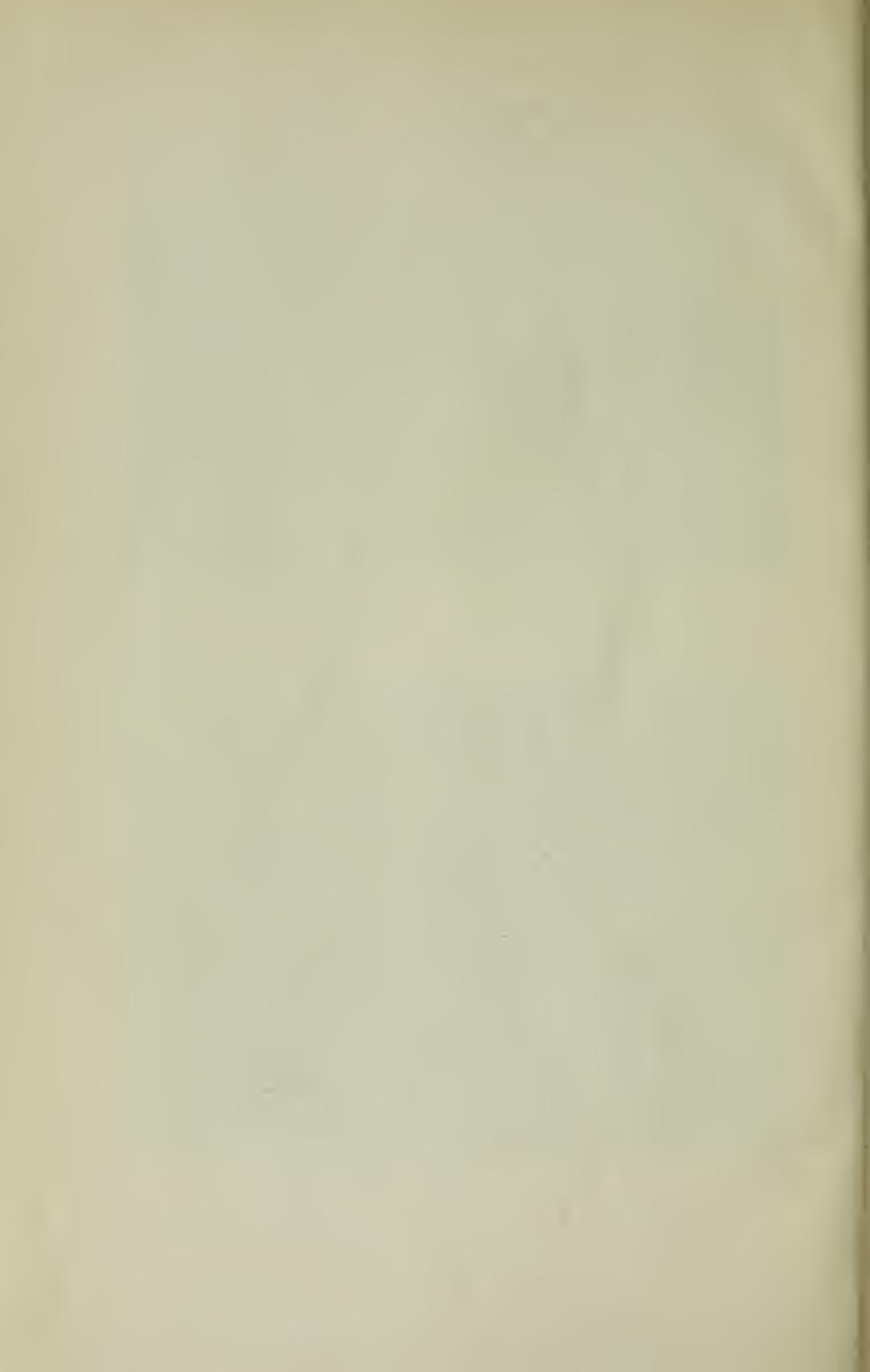


A. -- LE GRAND SOM, VU DE SAINT-PIERRE-DE-CHARTREUSE.
REPLIS URGONIENS DU SYNCLINAL.



B. -- COL DES AYES. DIFFÉRENCES D'ÉROSION.

(Phototypes Blanchard.)



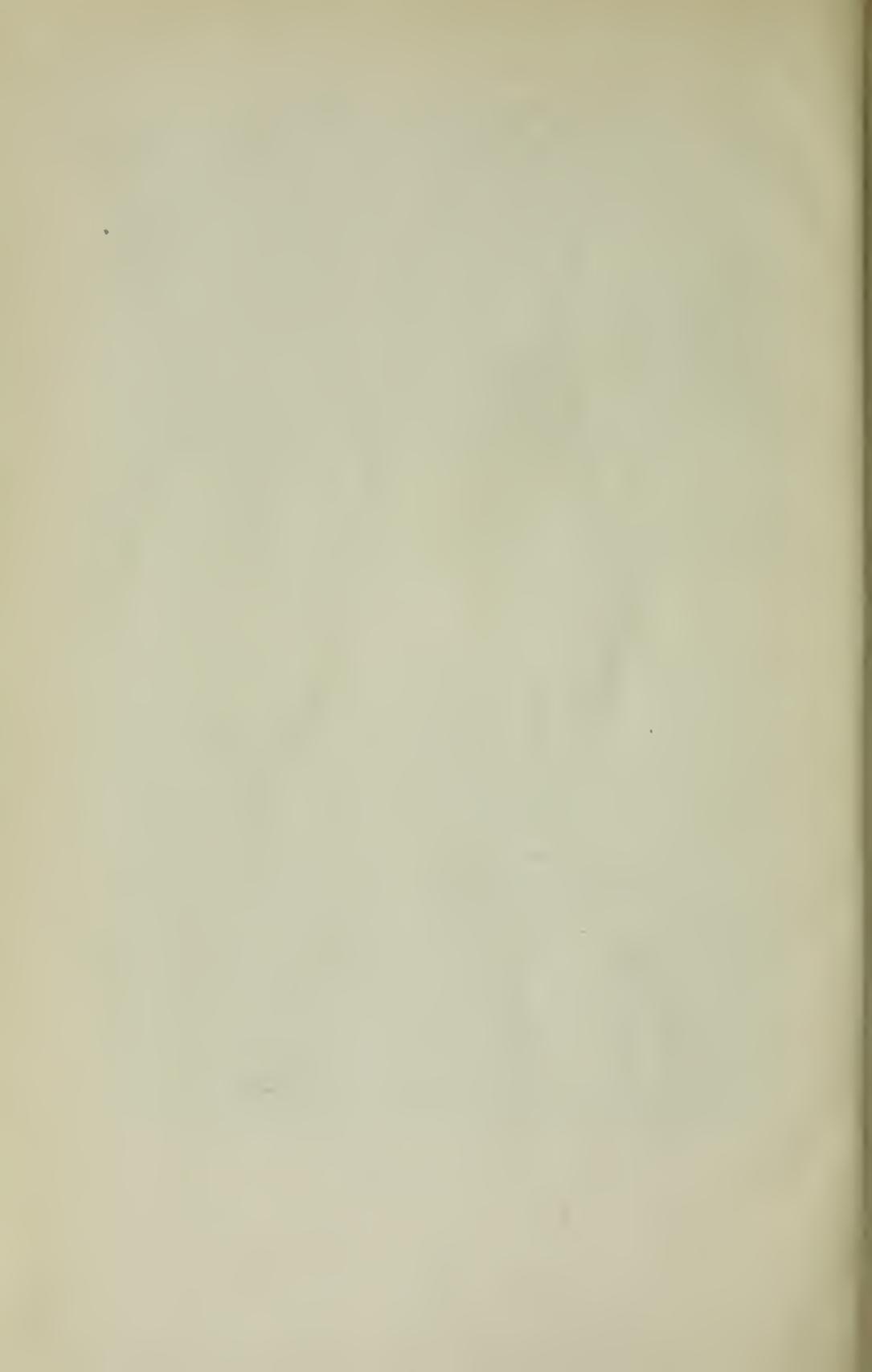


A. — PLATEAU DES PETITES-ROCHES A SAINT-HILAIRE-DU-TOURET.



B. — L'HABITAT DES PETITES-ROCHES (SAINT-PANCRASSE).
LES MAISONS DOUBLES.

(Phototypes Blanchard.)



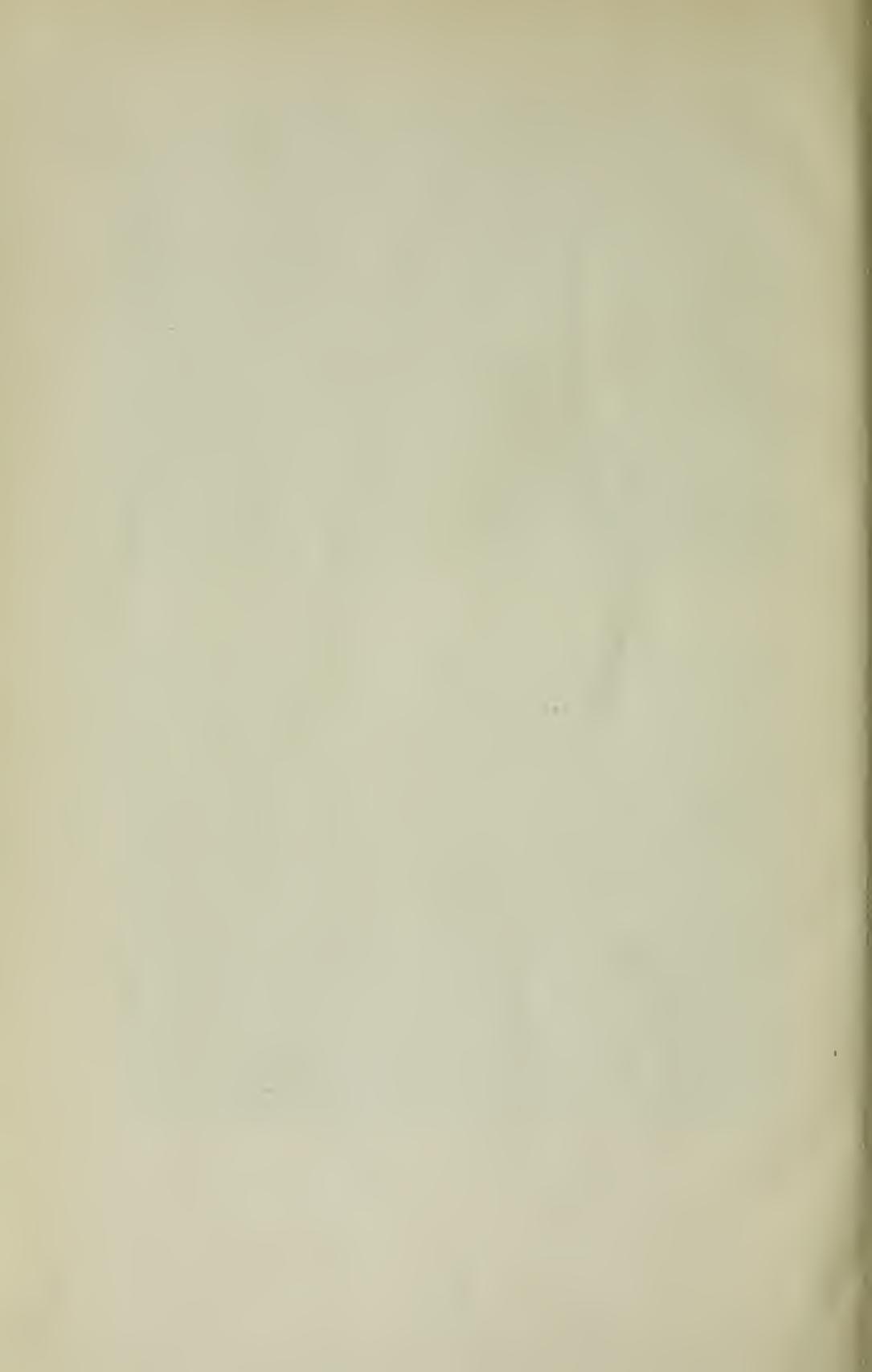


A. — GRÉSIVAUDAN ET REBORD DE LA CHARTREUSE DE TENCIN.
FALAISES TITHONIQUE ET URGONIENNE.



B. — VILLAGE DE LAVAL,
DANS UNE VALLÉE SUSPENDUE AU-DESSUS DU GRÉSIVAUDAN.

(Phototypes Blanchard.)



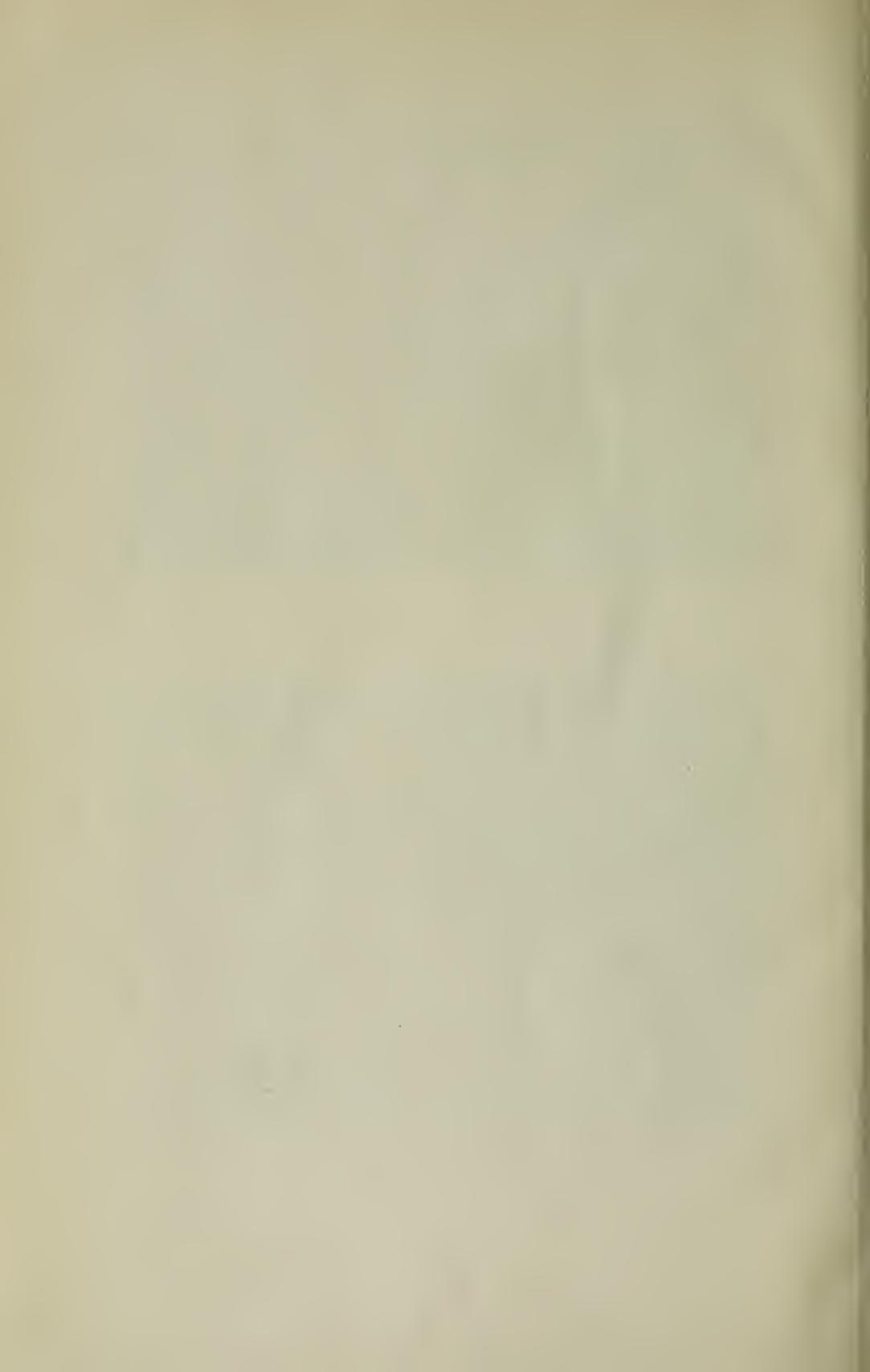


A. — DÉFILÉ DU MAUPAS.



B. — LES GRANDES ROUSSES VUES DE LA COMBE D'OLLE
ET VALLÉE DE LA COCHETTE.

(Phototypes Blanchard.)



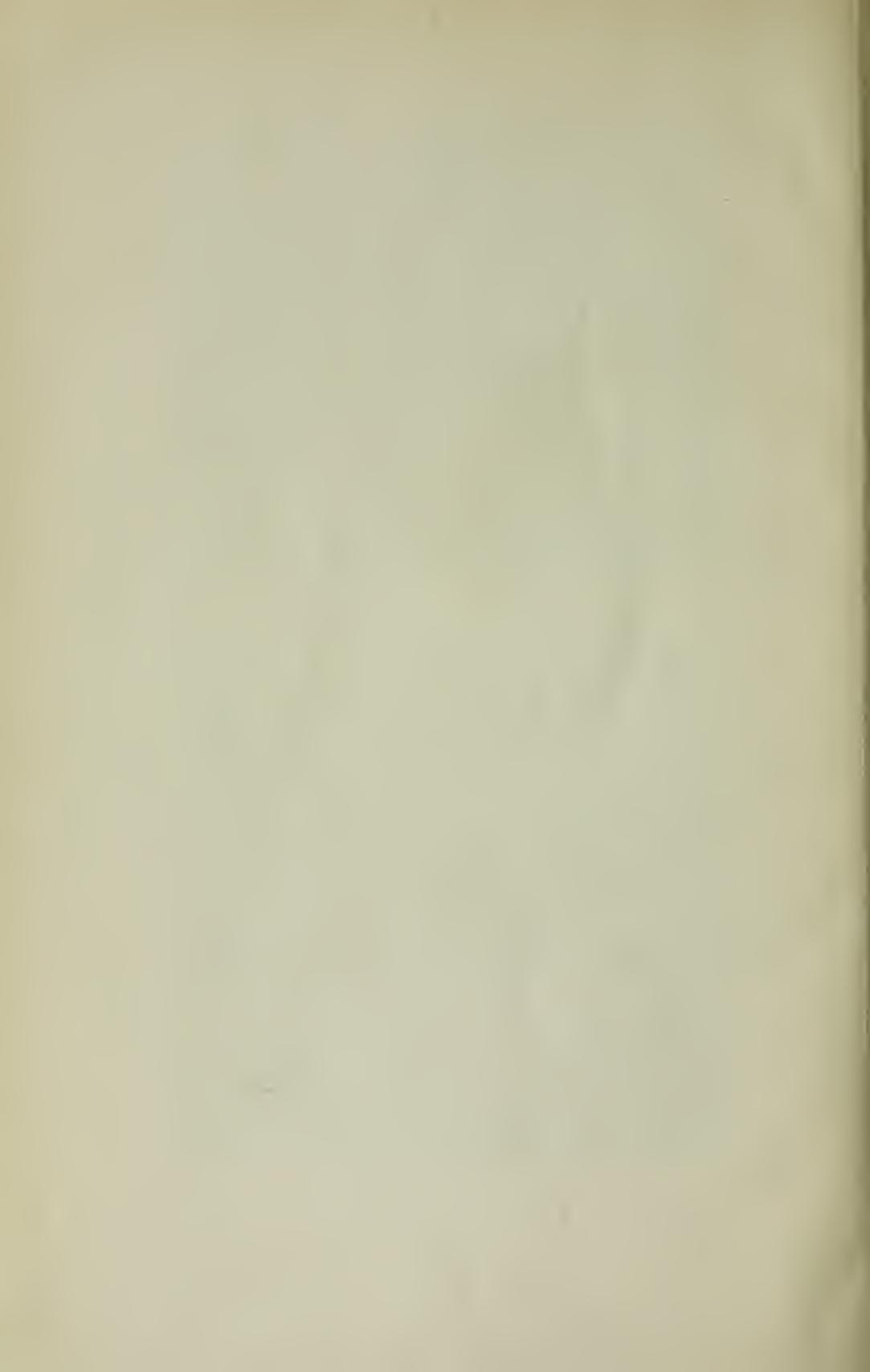


A. — ENTRÉE DU DÉFILÉ DE PONTAMAFREY (AMONT).
DÉPRESSION DE MONT-VERNIER



B. — VERROU DE SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE.
AUGE ET GORGE FLUVIATILE.

(Phototypes Schirmer.)



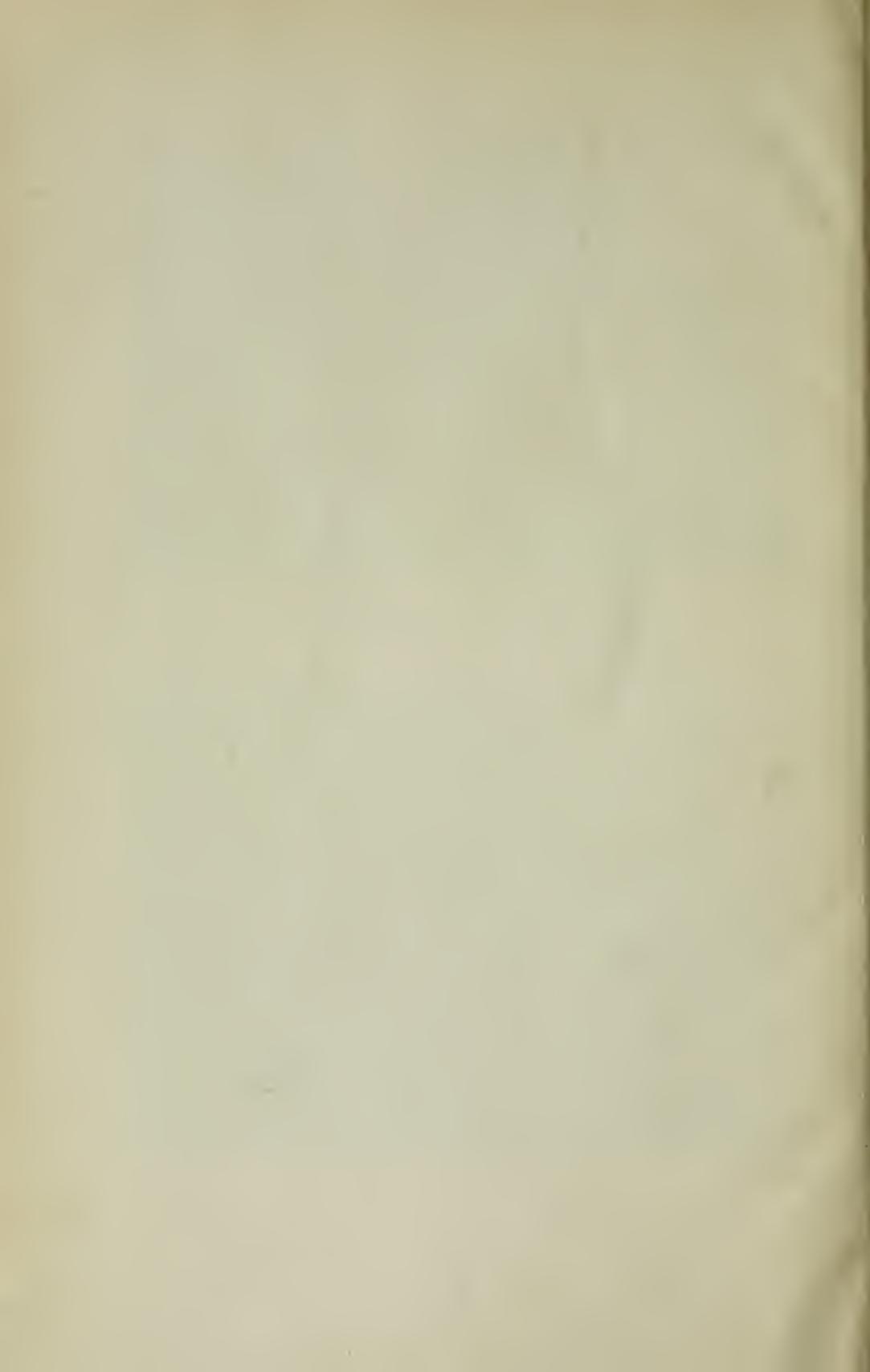


A. — LES PLS COUCHÉS DES ENCOMBRÉS.



B. — PAYSAGE DE CÔNES DE DÉJECTIONS, A SAINT-MARTIN-DE-LA-PORTE.

(Phototypes Blanchard.)



G
1
A6
t.19

Annales de géographie

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY
