
MÉMOIRE

SUR LA MATURATION

DES FRUITS (1).

QUESTION. — Déterminer les changemens qui s'opèrent dans les fruits pendant leur maturation et au delà de ce terme.

On devait, pour la solution de cette question,

- 1°. Faire l'analyse des fruits aux principales époques de leur accroissement et de leur maturation, et même à l'époque de leur blessissement et de leur pourriture ;
- 2°. Comparer entre elles la nature, la quantité des substances que les fruits contiendraient à ces diverses époques ;
- 3°. Examiner avec soin l'influence des agens extérieurs, surtout celle de l'air qui environne les fruits, et l'altération qu'il éprouve.

On pouvait borner ses observations à quelques fruits d'espèces différentes, pourvu qu'il soit possible d'en tirer des conséquences assez générales.



NOTRE premier soin, avant de nous occuper des recherches relatives à la question proposée, a été de prendre une connaissance exacte de l'état de la science à cet égard. En conséquence nous avons consulté les divers auteurs qui ont traité cette matière : il est peu de physiologistes qui aient cherché à approfondir cette question. Dans le nombre de ceux qui l'ont abordée, on ne trouve que des aperçus très-superficiels, basés sur des conjectures ou tout au plus sur des résultats généraux, qui ne ressortent eux-mêmes

(1) Ce Mémoire a obtenu une mention très-honorable à l'Institut.

d'aucune observation faite immédiatement sur les fruits. Nous citerons ce que nous avons trouvé de plus remarquable.

Suivant Sennebier, « les fruits qui jaunissent en mûrissant sont plus succulens que les fruits verts, plus près de pourrir; ils sont plus gommeux que résineux, plus solubles dans l'eau. Peut-être le phlogistique y a-t-il moins d'énergie parce qu'il y est moins en masse; la fibre se relâche, la masse du fruit s'augmente, etc. »

Pour donner la solution de ces phénomènes, Sennebier, comme on le voit, suppose une soustraction de phlogistique, ce qui correspond, dans la théorie actuelle, à la fixation de l'oxygène.

Nous citerons encore d'autres observations postérieures du même auteur, car c'est un de ceux qui s'est le plus occupé de ce genre de recherches. « Le goût des fruits, dit-il, d'abord acerbe, devient acide et ensuite doux: le principe astringent qui se rapproche toujours davantage de l'acide végétal, se métamorphose en sucre en s'unissant à l'oxygène. » Il pense encore que l'acide gallique est l'ébauche des acides végétaux, qui se perfectionnent par l'oxygène qu'ils s'approprient. « Il est certain, ajoute-t-il, que les acides s'oxygènent toujours de plus en plus: l'acide citrique des raisins verts, par exemple, se trouve, en s'oxygénant, transformé en acide tartarique. »

Dans un autre endroit Sennebier s'exprime encore ainsi: « Après ce que j'ai dit sur la fécule répandue dans toute la plante, il semblerait qu'elle s'y trouve pour favoriser l'accroissement de ses parties, comme elle favorise son développement dans la plantule par sa *dissolution dans les acides végétaux*, ou plutôt dans l'eau aiguisée par l'acide carbonique, qui se dissout de même. *On pourrait en dire autant pour la maturation des fruits, jusqu'à ce qu'on ait approfondi davantage ce sujet important.* »

Dutrône a trouvé que le mucilage de la canne à sucre était d'abord herbacé acide ; puis ensuite qu'il acquérait une saveur douce, une couleur citrine et ambrée, une odeur de *pomme de reinette*, lorsqu'il était muqueux doux ; enfin que ce corps muqueux perdait sa couleur citrine. La saveur et l'odeur balsamique de ce principe se développant encore davantage, il se transforme en sel essentiel ou sucre.

M. Mirbel, dans son *Traité des arbres fruitiers*, dit à l'égard des fruits sucrés : « Les péricarpes charnus absorbent de l'oxygène et rejettent du gaz acide carbonique ; des liqueurs sucrées s'élaborent dans leurs tissus ; elles éprouvent une légère fermentation, l'organisation s'altère, les sucs s'aigrissent, la pulpe se décompose et tombe en pourriture. »

MM. Lamarek et Decandolle pensent « que lors de la maturation la sève pénètre dans le fruit ; la transpiration y étant presque nulle, ce fruit grossit plus que toute autre partie à proportion de la sève qu'il reçoit ; la quantité de la sève y est encore augmentée, parce qu'elle ne peut facilement redescendre par l'écorce, à cause des articulations qui se trouvent fréquemment sur les pédoneules. Tous les sucs qui arrivent ainsi dans le fruit ne servent qu'à le grossir, et ils conservent leur saveur âpre ou acide jusqu'à la dernière époque de la maturation. Alors les pores extérieurs du fruit s'oblitérent ; les pédoneules, obstrués eux-mêmes, ne donnent plus qu'une moindre quantité de sève ; l'oxygène, dû à la décomposition de l'acide carbonique, ne pouvant plus s'échapper, se jette sur le mucilage du fruit, et le change en matière sucrée. »

Suivant M. Davy, la partie pulpeuse des fruits tient dans son organisation de la nature des bulbes ; ils contiennent dans leurs cellules une certaine proportion de nourriture qui y est déposée pour l'usage de l'embryon de la plante. *Le sucre, le mucilage et l'amidon, y sont combinés avec des acides végétaux.*

M. Berthollet, dont l'opinion mérite tant de confiance, pense que la saveur acerbe des fruits qui ne sont pas mûrs est produite par l'oxigène, qui ne s'y trouve que faiblement combiné.

On voit, d'après ce qui précède, que non-seulement les opinions de ces divers auteurs sont différentes, mais que de plus elles ne sont basées que sur des raisonnemens et des hypothèses. C'est dans cet état d'incertitude que l'académie a appelé l'attention des chimistes sur un point aussi important de la physiologie végétale. Malheureusement la solution de cette question tient à tant de circonstances difficiles à apprécier, qu'on ne peut guère y atteindre à la première tentative. Il est probable qu'on ne pourra arriver au but qu'à une époque où l'analyse végétale sera elle-même plus avancée qu'elle ne l'est maintenant. Cependant nous avons essayé de soulever une partie du voile, et nous espérons qu'on nous saura quelque gré de nos efforts. Il a été très-satisfaisant pour nous de voir que la plupart de nos expériences tendaient à prouver ce que n'avaient fait qu'entrevoir plusieurs des physiologistes que nous avons cités.

Avant de rapporter nos expériences analytiques, nous citerons quelques observations qui les ont précédées.

Un abricotier sain et vigoureux, que nous avons choisi pour sujet de nos expériences, a donné lieu aux remarques suivantes : cet arbre commença à fleurir du 10 au 15 avril ; le développement des ovaires eut lieu du 20 au 30 du même mois ; le 1^{er}. mai ils étaient entièrement développés, mais n'offraient encore aucune résistance entre les doigts ; quinze jours après, l'amande et le noyau avaient acquis une grosseur telle qu'ils formaient environ les deux tiers du fruit. Dix jours après, ces parties avaient acquis toute leur grosseur ; et on n'y remarqua plus, jusqu'à la maturation, d'autres changemens que l'ossification du noyau. Elle commença à s'opérer par les deux extrémités, et l'amande, qui

ne formait avant qu'une pulpe incolore , transparente , très-aqueuse , se solidifia.

Nous avons également vu que la partie renflée des abricots était aussi celle vers laquelle s'étaient dirigés les vaisseaux nourriciers ; il paraît même que c'est à leur réunion qu'elle est due ; car lorsqu'on fend exactement par le milieu un abricot encore vert , on y distingue , à partir du pédoncule , deux faisceaux de fibres qui se prolongent en sens contraire dans la substance du noyau ; l'un oblitéré et ne jouant aucun rôle , l'autre transmettant à l'amande les suc nourriciers : c'est au renflement que ce dernier va se rendre. Il est présumable que c'est tantôt l'un et tantôt l'autre de ces faisceaux qui s'oblitére , suivant la direction que prend le fruit. Si l'on considère que cet excès de prévoyance de la part de la nature n'a pas lieu pour les fruits à longs pédoncules , ne doit-on pas en inférer qu'elle a eu pour objet d'obvier au peu de longueur de celui-ci dans certains cas , en permettant au fruit de prendre la direction qui serait la plus favorable à son développement ?

Quoi qu'il en soit de ces observations , comme elles sont plutôt du ressort de la physiologie , nous ne leur donnerons pas plus d'extension , et nous nous bornerons ici à les signaler , pour les indiquer à ceux qui en font l'objet spécial de leur étude. Nous nous hâterons donc d'arriver à la question principale qui doit nous occuper , et nous commencerons par tracer la marche générale que nous avons suivie dans chacun de nos essais analytiques.

Nos expériences ont été principalement faites sur des abricots et sur des raisins. Ces fruits ont été pris à toutes les époques de la maturation ; et cette circonstance était en général la seule variable , car nous avons eu soin de prendre les abricots sur un même arbre , et les raisins dans une même exposition.

Nous nous garderons bien de tracer ici le procès verbal de nos expériences, il serait beaucoup trop long à rapporter ; nous croyons qu'il suffira de décrire une analyse de chaque espèce pour mettre à même d'apprécier la marche que nous avons suivie , et le degré de confiance que méritent nos résultats.

Nos premiers essais ont été faits sur des abricots cueillis le 16 mai 1820 , et les derniers soumis à nos expériences avaient été cueillis le 11 août même année. Ceux recueillis le 16 mai avaient une pesanteur moyenne de 10 grammes ; leur dimension en longueur était de 14 lignes , leur diamètre de 10 lignes ; le noyau était peu distinct de la chair , et l'amande n'existait encore que par un embryon environné d'une masse transparente et sans consistance. La seule pression dans un linge suffisait pour en extraire un suc aqueux , d'une odeur amygdacée , et passant au filtre avec la plus grande facilité.

Ces abricots ont été soigneusement privés de leurs noyaux ; la pulpe charnue a été pistée dans un mortier de porcelaine et exprimée immédiatement. Le suc filtré était d'un jaune fauve un peu clair , la saveur en était herbacée , et d'une acidité très-prononcée. Une solution concentrée de tartrate de potasse y produisit un abondant précipité blanc cristallin , que nous avons reconnu être de la crème de tartre (1). L'alcool en séparait une grande quantité de flocons blancs , les acides affaiblissaient sa nuance , les alcalis en augmentaient l'intensité ; soumis à l'ébullition , il ne se formait pas de coagulum.

(1) Nous craignons de nous être abusé sur cette expérience : nous avons cru d'abord que ce précipité de crème de tartre était une preuve évidente de la présence de l'acide tartarique dans le suc d'abricot ; nous nous sommes aperçu depuis que tous les acides produisaient le même effet ; mais la saison étant trop avancée , il n'était plus temps alors de nous en assurer.

Un flacon contenant 28,085 d'eau distillée à 17°. centigrade, contenait 28,99 de ce suc d'abricot, ce qui porte sa densité à 1,032, l'eau étant 1. Cette densité et les suivantes ont été prises avec le plus grand soin, parce que nous attendions des résultats importans de leur ensemble. Notre balance était extrêmement sensible, et nous nous sommes servi de la méthode des doubles pesées.

Cinquante grammes de ce suc ont été soumis à l'évaporation dans le vide; au bout d'une heure environ la congélation s'en était opérée, la masse était un peu boursofflée, et les bords n'étaient plus adhérens à la capsule. Peu à peu cet état de solidité disparut, les bords s'affaissèrent, et le liquide reprit sa première consistance. Cinq jours après, la capsule fut retirée, et déjà depuis long-temps l'évaporation ne paraissait plus faire de progrès. Ces 50 grammes de suc s'étaient trouvés réduits à 2 grammes seulement. La couleur était naturellement plus foncée et la saveur acide plus prononcée. La masse était glutineuse et extrêmement tenace; elle fut enlevée très-exactement, et mise en macération avec de l'alcool à 40°.; le tout fut exposé à une température de 3 degrés environ, et on prit toutes les précautions convenables pour multiplier les surfaces et faciliter la dissolution des principes que l'alcool devait enlever. Lorsque cette opération fut achevée, le résidu ne pesait que 0 gr., 8; il était soluble dans l'eau, et paraissait être de la gomme ou une espèce de mucilage. Quant à la portion dissoute dans l'alcool, nous l'avons évaporée, reprise par l'eau, saturée par de la craie, et le liquide résultant ne nous a offert aucune trace de sucre.

Cinquante autres grammes de suc ont été mélangés avec une suffisante quantité d'une solution concentrée de tartrate de potasse; il s'est immédiatement déposé de la crème de tartre, mais on a laissé un temps suffisant pour qu'il en restât le moins possible en dissolution.

Parmi les expériences que nous regardions comme plus capables de nous éclairer, et de nous conduire à la solution de la question, celles relatives à la détermination exacte de l'acidité nous paraissent mériter un des premiers rangs; aussi ne nous sommes-nous point bornés à estimer comparativement les relations d'acides, au moyen des quantités de crème de tartre obtenues dans chaque analyse; nous avons préparé une liqueur d'essai, susceptible d'être employée dans toutes les expériences comparatives, et nous avons pu établir ainsi et de la manière la plus rigoureuse les changemens survenus dans l'acidité des fruits à mesure de leur maturation. Cette liqueur d'essai était composée de 1 partie d'ammoniac pur et de 4 parties d'eau distillée; sa densité à la température de 20°. était de 0,994, l'eau étant 1.

Vingt-cinq grammes de suc d'abricot, semblable au précédent, a exigé 2 gr., 51 de la liqueur d'essai, pour obtenir saturation parfaite. Nous avons fait évaporer à siccité 150 grammes de ce même suc; le produit a été calciné dans un creuset de platine, et a laissé 4 gr., 15 de cendres d'une teinte verdâtre. Ces cendres lessivées par l'eau ont perdu 2 gr., 10. La liqueur était alcaline, et avait d'abord une couleur verte qui s'est peu à peu détruite; évaporée de nouveau, elle a laissé 1 gramme de salin qui a exigé 0 gr., 10 de liqueur d'essai pour sa saturation. Quant aux autres produits des cendres, nous ne nous en sommes nullement occupés, sachant bien qu'ils ne pourraient nous être d'aucun secours pour le but que nous nous proposons.

Enfin nous avons soumis à une dessiccation complète 100 grammes des mêmes abricots, et la perte a été de 80 grammes; ce qui a donné 20 grammes de matière solide, y compris les noyaux.

Telles sont les expériences que nous avons répétées aux différentes époques de la maturation, pour une même espèce

de fruit. On n'a pas entendu sans doute exiger des analyses complètes et rigoureuses ; on sait combien un pareil travail serait difficile dans l'état actuel des choses ; nous avons cru devoir nous attacher spécialement à apporter une attention particulière à l'étude des changemens éprouvés dans les rapports du mucilage, de l'acide, du sucre et de l'eau.

Il ne nous a pas été possible d'étendre beaucoup la série de nos expériences sur les abricots, parce que les changemens qu'ils éprouvent dans leur composition sont peu marqués jusqu'à ce que le fruit ait atteint son maximum d'accroissement ; mais lorsqu'il est arrivé à ce terme, le changement est brusque, surtout si, comme cette année, il est secondé par une température convenable. Alors le fruit devient tout à coup très-coloré, son suc acquiert beaucoup de viscosité, le parenchyme se détruit pour ainsi dire, et la pulpe ne forme plus qu'une espèce de putrilage dont on ne peut retirer aucune portion liquide. C'est alors cependant qu'il serait peut-être le plus intéressant de pouvoir l'examiner, car la saveur acerbe ou acide que ce fruit possédait primitivement devient douce, sucrée et agréable ; toutefois nous avons fait à l'égard de cette saveur une remarque assez singulière, et qui paraît très-propre à étayer notre opinion, qui consiste à croire que *le sucre dans les fruits se forme par le concours et aux dépens du mucilage et de l'acide*. Ce qu'il y a de certain, c'est que de la pulpe d'abricots mûrs (cueillis le 15 août), et saturée avec beaucoup de soin par une légère dissolution de soude caustique, perdait sa saveur sucrée à mesure qu'on saturait l'acide ; à tel point que la saturation étant achevée, la saveur était devenue fade ou presque insipide, d'aigrette et sucrée qu'elle était auparavant. Nous devons ajouter cependant que cette pulpe, ainsi saturée et évaporée convenablement, nous a donné, au moyen de l'alcool, un sirop d'une saveur assez franche ; mais il est constant qu'à en juger par la saveur

seule , il semblerait que tout le sucre est disparu après la saturation.

Quand on traite de la pulpe d'abricot mûr par de l'alcool , celui-ci semble n'en rien dissoudre ; elle ne s'y délaye point , et elle continue à faire corps en masse , tant y est abondant le mucilage ; cependant cet alcool filtré acquiert une teinte jaune assez prononcée , et le produit de son évaporation donne une sorte de sirop acide.

Une portion de cette même pulpe d'abricots très-mûrs , placée sur un filtre de papier *joseph* , a laissé suinter à la longue quelques gouttes d'un suc extrêmement consistant , qui se coagulait complètement lorsqu'on y ajoutait de l'alcool. Ce coagulum s'enlevait d'une seule masse , lorsqu'on le prenait à l'extrémité d'un tube.

Bien que les expériences qu'il nous a été possible de faire sur les abricots soient en assez petit nombre , nous en pourrions cependant déduire les observations suivantes : on voit par le tableau ci-annexé que ce n'est pas à l'époque du premier développement de ce fruit qu'il possède son maximum d'acide ; qu'il est alors âpre et comme astringent ; que plus tard l'acide se développe , et va toujours croissant jusqu'au moment de la maturation , c'est-à-dire jusqu'au moment où le sucre commence à se former. Mais nous avons également observé que le mucilage suit pour ainsi dire les progrès de l'acidité , et que ce n'est que lorsque l'un et l'autre ont atteint leur maximum , que le sucre commence à se manifester ; du moins voilà ce qui nous semble résulter de nos observations.

Les raisins nous ont offert plus d'avantage pour nos expériences que toute autre espèce de fruit ; non-seulement parce qu'il est facile à chaque époque de la maturation d'en séparer le suc , mais en outre parce qu'il est peut-être celui de tous qui présente à un degré plus marqué et plus progressif tous les phénomènes de la maturation. Aussi l'avons-

nous choisi de préférence, et sommes-nous à même de produire une série assez complète d'expériences. Les premières ont été entreprises au commencement de septembre, et nous les avons continuées jusqu'à la maturation complète.

Des raisins cueillis le 1^{er}. septembre étaient encore tout-à-fait verts, et parfaitement opaques : les grains séparés de la rafle ont été soumis à une légère pression dans un mortier de porcelaine, et le suc a été exprimé au travers d'un linge ; il était d'un jaune paille, et filtrait avec assez de facilité. Les essais par les réactifs n'ont rien offert de bien remarquable ; soumis à l'action de la chaleur, il s'est formé quelques légers flocons pendant le cours de l'ébullition.

La saveur de ce suc était d'un acidité très-prononcée, et n'avait rien de sucré.

La densité était de 1,02, l'eau étant 1.

Cinquante grammes, pour être saturés, ont exigé 7,1 de la liqueur d'épreuve.

Cinquante grammes de suc de verjus, recueilli à la même époque, exigèrent 7 gr., 65 de cette liqueur.

Cent grammes du même suc (de raisins), abandonné à l'évaporation dans le vide, ont laissé déposer peu à peu, et au bout seulement de quelques heures, des cristaux dont la quantité a toujours été en augmentant jusqu'à un certain terme de l'évaporation. Quatre jours après on a retiré la capsule ; le suc avait acquis la consistance d'une pâte très-solide : le tout s'était réduit à 5 gr., 25, c'est-à-dire, à presque la vingtième partie de la quantité primitive. Ce résidu de l'évaporation a été traité par de l'alcool à 40°. ; une portion s'y est dissoute, et cette solution filtrée a été évaporée de nouveau pour en chasser l'alcool, puis étendue d'une certaine quantité d'eau. On a saturé par de la craie l'acide libre qui s'y trouvait ; cette saturation opérée, la liqueur ne paraissait plus contenir aucun principe, du moins le résidu fourni par son évaporation était à peine sensible. D'un autre côté la portion non dissoute par l'al-

cohol a été délayée d'abord dans une très-petite quantité d'eau froide, et seulement ce qu'il en était nécessaire pour permettre la séparation des cristaux de crème de tartre qui s'étaient formés dans le vide. Ces cristaux réunis pesaient 0,55 décigrammes. L'eau en avait séparé quelques traces d'une matière muqueuse, dont la proportion n'était pas appréciable.

On a fait évaporer à siccité 150 grammes du même suc, on en a incinéré le résidu; le poids des cendres obtenues était de 0 gr., 6. Ces cendres traitées par l'eau ont perdu 3 décigr. 2 cent.; la portion insoluble dans l'eau se dissolvait complètement et avec effervescence dans l'acide nitrique.

C'est à ce cadre que nous avons limité nos recherches analytiques. Nous avons attaché, comme nous l'avons déjà dit, beaucoup plus d'importance à obtenir dans une échelle assez étendue des données positives sur les mutations qui s'opèrent dans ces fruits entre les quantités relatives de certains principes, et nous n'avons point regardé comme une chose nécessaire à la solution du problème de chercher à déterminer rigoureusement la nature de tous les élémens qui entrent dans la composition des fruits. Cependant nous avons à regretter que la saison trop avancée ne nous ait pas permis de vérifier deux choses assez essentielles, et dont l'idée ne nous est venue que trop tard. La première est relative à l'espèce d'acide qui se trouve plus particulièrement dans les fruits qui deviennent sucrés, et que nous avons regardé, à tort probablement, comme devant être de l'acide tartarique; nous avons cherché à le déterminer; mais, eu égard à la petite quantité de suc (100 grammes) sur laquelle nous opérions dans chaque expérience, il ne nous était guère possible d'y parvenir au moyen de la craie; cela présentait trop d'inconvéniens. Nous voulûmes alors séparer cet acide au moyen du carbonate de plomb, et traiter le sel de plomb qui en résulterait par de l'hydrogène sulfuré: la chose eût été beaucoup plus nette par ce pro-

cédé ; mais nous n'avons jamais pu le mettre à exécution. La combinaison de cet acide avec l'oxide de plomb ne s'effectuait pas , et la saturation n'avait pas lieu , quelque prolongé que fût le contact réciproque. Nous fûmes donc obligés de nous contenter de déterminer les relations d'acidité , et nous regardâmes l'expérience du tartrate de potasse comme suffisante pour démontrer dans tous ces sucS la présence de l'acide tartarique libre , puisqu'il donnait immédiatement lieu à la précipitation d'une certaine quantité de crème de tartre. Nous nous aperçûmes cependant ensuite que tout autre acide que l'acide tartarique produisait le même effet avec le tartrate de potasse , en lui soustrayant une portion de son alcali. Une fois éclairés sur ce point , nous eûmes recours à un autre moyen pour reconnaître la nature de l'acide. Dans une portion de suc de raisin bien filtré , et évaporé sous le récipient de la machine pneumatique , pour en séparer la crème de tartre toute formée , et qu'on avait ensuite délayée dans une petite quantité d'eau distillée nous ajoutâmes peu à peu de la dissolution de potasse pure , mais pas en assez grande quantité pour déterminer la saturation. Nous fîmes concentrer à une très-douce chaleur , et nous obtinmes par le refroidissement et le repos une assez grande quantité de crème de tartre. Il est donc certain que le raisin contient une portion d'acide tartarique libre ; et il nous a été facile de nous convaincre que cet acide n'était pas le seul. En effet , nous vîmes qu'une portion de cet acide ne se convertissait point en crème de tartre , et que la dernière quantité de potasse qu'on y ajoutait n'y produisait aucun précipité. Nous achevâmes alors la saturation , et par quelques gouttes d'acétate de plomb dans le suc saturé , nous obtinmes un précipité blanc , qui nous présenta tous les caractères du sorbate de plomb. Il se dissolvait dans l'eau bouillante , et se précipitait par le refroidissement en plaques micacées et argentines ; en un mot c'était du sorbate de plomb. Ainsi le raisin déjà mûr contient :

1°. de la crème de tartre toute formée ; 2°. de l'acide tartarique ; et 3°. de l'acide sorbique. Mais en est-il de même pour le raisin vert ? et est-ce plutôt l'un que l'autre qui disparaît pendant la saccharification ? Voilà ce que nous ignorons , et ce qu'il eût été intéressant d'examiner. Nous nous proposons , pour notre propre satisfaction , d'éclaircir ce doute à la prochaine saison.

Une deuxième considération , dont nous nous sommes également avisé trop tard , eût peut-être conduit à quelques observations remarquables. Nous la consignerons ici pour que ceux qui nous succéderont dans ce genre de recherches puissent en profiter. Voici en quoi elle consiste : Nous avons cru nous apercevoir , dans nos dernières expériences , que le dépôt qui se forme dans le suc de raisin non filtré était moindre dans les raisins mûrs que dans ceux des premières récoltes. Cette remarque nous a donné lieu de penser que cette matière ou sorte de ferment , que nous avons regardée sinon comme inerte , au moins comme assez indifférente par rapport à la question que nous traitons , pourrait bien au contraire jouer un rôle important dans la maturation des fruits. Nous fîmes , autant que la saison nous le permettait , quelques recherches à cet égard ; et tout ce que nous avons pu déduire du petit nombre de nos expériences , c'est qu'effectivement la proportion de cette matière insoluble semble aller en diminuant à mesure que la maturation s'opère. Mais il se peut que cette diminution soit due seulement à la solubilité , devenue plus grande à mesure que le sucre augmente ; car on sait qu'il se dépose une certaine quantité d'une matière analogue , même dans le suc de raisin filtré , lorsqu'on le soumet à la fermentation. Nous avons tenté sans succès de convertir en matière sucrée , soit de l'acide tartarique , soit de l'acide sorbique , à l'aide de cette matière délayée dans l'eau , après avoir été séparée du raisin et soigneusement lavée. Quoi qu'il en soit de nos conjectures à cet égard , nous croyons qu'il sera très-utile d'ap-

porter dorénavant une grande attention au rôle de cette matière dans la maturation.

De l'ensemble de nos expériences il résulte évidemment, 1°. que l'acide va toujours en diminuant à mesure que le mucilage et que le sucre se développent; 2°. que la densité du sucre s'accroît à mesure que la matière sucrée augmente. Ces résultats sont conformes aux idées généralement reçues, car personne n'ignore que les changemens qui s'opèrent dans les fruits ne consistent pas seulement dans la formation d'une certaine quantité de sucre, mais encore dans la disparition d'une proportion relative d'acide. On sait aussi que pour obtenir de la gelée avec les fruits qui en sont susceptibles, il ne faut pas prendre ceux-ci dans un état de maturation trop avancé, parce qu'alors la gélatine a fait place à la matière sucrée. Une autre observation qui se rattache aux précédentes, c'est que les confitures de groseilles ne forment une gelée bien consistante que lorsqu'on les laisse peu de temps sur le feu. Si on les y laisse au contraire trop long-temps, l'acide réagit sur la gélatine, et elles deviennent alors plus sucrées et moins acides.

Enfin il nous paraît que la conversion de la fécule en sucre au moyen des acides est encore dépendante du même genre de phénomènes. Nous traiterons cette question après avoir produit une nouvelle série d'expériences qui nous paraissent propres à y jeter quelque jour. Nous voulons parler de la continuation de la maturation dans les fruits détachés de l'arbre. Nous avons, conformément à l'intention de l'académie, cherché à déterminer l'influence de l'air et de quelques autres gaz sur les fruits; nous en avons suivi les altérations jusqu'au blessissement, et même jusqu'à ce que ces fruits se soient tout-à-fait décomposés. Nous rapporterons d'abord comment nous avons procédé à ce nouveau genre d'expériences; et nous indiquerons aussi toutes les précautions que nous avons cru devoir apporter dans ces sortes d'essais. L'appareil dont nous nous sommes servi

était extrêmement simple, et disposé de la manière la plus commode pour multiplier les essais à volonté. Il consistait en un bocal à large ouverture, contenant jusqu'aux deux tiers de la capacité totale les fruits sur lesquels on voulait opérer. Ce bocal était couvert avec un bouchon de liège, muni d'un tube de communication plongeant dans la cuve au mercure. A ce même bouchon était également adaptée une petite vessie comprimée, qui plongeait dans le bocal et qui communiquait à l'extérieur à l'aide d'un tube ouvert auquel elle était fixée. Au moyen de cette vessie il était facile, à l'aide d'une légère insufflation dans le tube extérieur, de se procurer à volonté une portion du gaz dans lequel avait séjourné le fruit. Quand nous avons voulu agir sur des gaz différens de l'air ordinaire, nous nous y sommes pris de la manière suivante : Nous avons placé le bocal contenant les fruits, et recouvert légèrement de son bouchon, sur le plateau de la machine pneumatique. Le tout a été recouvert d'une cloche à robinet. Le vide étant fait à plusieurs reprises, nous avons remplacé l'air par le gaz voulu ; ce gaz était contenu dans des vessies à ajustage qu'on adaptait au robinet de la cloche ; on réitérait cette manœuvre jusqu'à ce qu'on pût regarder comme certain que le bocal était entièrement privé d'air ordinaire, et rempli du gaz dont on cherchait à connaître l'action. On enlevait alors le récipient, on adaptait promptement le tube de communication, et on lutait le bouchon avec toute l'exactitude possible. Par ce moyen nous avons évité tout contact des fruits, soit avec l'eau, soit avec le mercure, inconvénient qu'il eût été difficile d'éviter en adoptant une autre méthode.

Nous avons principalement fait ces expériences sur des poires et des nêfles.

Nous avons mis dans des bocaux semblables un même nombre de poires *mouille-bouche*, très-saines : l'un de ces bocaux contenait des poires exposées à l'air libre ; un deuxième était également rempli du même fluide, mais la por-

On où les poires devaient séjourner était limitée, et le local était muni de l'ajustage dont nous avons fait mention.

Un troisième contenait de l'azote, un quatrième de l'hydrogène, un cinquième de l'acide carbonique. Les mêmes essais ont été répétés sur des nèfles, et le résultat général de nos observations constate, ainsi qu'on peut s'en assurer par le tableau ci-joint, que, quel que soit le gaz mis en contact avec le fruit, celui-ci développe à ses propres dépens une assez grande proportion d'acide carbonique. Nous nous sommes assuré que pendant ce dégagement d'acide carbonique le fruit éprouvait une perte de poids relative.

Quelques phénomènes particuliers se font remarquer pendant cette réaction du fruit sur lui-même, lorsqu'il est dans un air circonscrit. Nous en citerons quelques-uns : une poire *beurrée*, qui pesait 64 gr., 5, et parfaitement saine, fut placée dans une capsule de porcelaine sur la cuve à mercure; et recouverte d'une petite cloche à douille, garnie d'un tube de communication. Au moyen de cet appareil, il suffisait d'enfoncer légèrement la petite cloche dans le mercure pour obtenir une portion de l'air extérieur, et en faire l'essai. Les choses ainsi disposées, on a vu que dès le lendemain il s'était déjà développé une très-grande quantité d'acide carbonique, et l'émission s'en est continuée pendant plus d'un mois qu'a duré l'expérience. On remarquait en même temps que la paroi intérieure de la cloche ainsi que la pellicule extérieure de la poire se couvraient d'humidité. Le fruit avait éprouvé une véritable turgescence, la peau était distendue par les gaz intérieurs, et quand on l'a retirée de dessous la cloche, il a fallu prendre les plus grandes précautions pour ne pas la déchirer. Le poids était diminué d'un peu plus de 2 grammes; la plus légère pression entre les doigts a suffi pour en faire sortir un suc abondant et très-aqueux, d'une saveur douce et mucilagineuse. Presque tout le parenchyme de la poire était détruit, et le seul faisceau de fibres attaché au pédoncule

avait résisté à cette action destructive de toute la matière organisée. Ce même effet s'est reproduit plus ou moins promptement dans toutes les poires soumises au même genre d'épreuves, quel qu'ait été d'ailleurs le gaz employé. Seulement la présence de l'oxygène détermine la formation d'une plus grande quantité d'acide carbonique dans un temps donné. Il paraît d'après cela que rien ne peut empêcher dans le fruit cette production continuelle d'eau et d'acide carbonique ; car non-seulement nous avons fait varier les gaz environnans, mais nous avons aussi recouvert quelques-uns de ces fruits de divers enduits ou vernis qui les préservaient du contact des agens extérieurs. Ainsi on en a recouvert avec des solutions de gomme adragante, de gomme arabique, d'empois, de cire, de vernis, de peau de baudruche collée, etc. (1) Eh bien, soit que l'œil du fruit fût ou ne fût pas compris dans cette enveloppe générale, nous avons constamment vu que l'altération était à peu près la même, et qu'elle se produisait presque dans le même espace de temps. D'un autre côté nous avons fait dessécher différentes espèces de fruits, pris à des époques plus ou moins avancées de leur maturation, et nous avons obtenu pour résultats constans de cette série d'expériences, que dans une même espèce l'eau va toujours en augmentant à mesure que la maturation fait des progrès, que le mucilage diminue, et que la quantité de sucre s'accroît. S'il en est ainsi, ne pourrait-on pas regarder comme assez probable que l'acide est le produit qui, par une décomposition spontanée, est susceptible de se transformer en mucilage et en acide carbonique, tandis que le mucilage, une fois formé, se changerait lui-même en sucre d'une part, et en eau de l'autre ? Cette autre manière de considérer les phénomènes, et qui

(1) On a eu le soin d'exposer le fruit sous le récipient d'une machine pneumatique à chaque nouvelle couche d'enduit que l'on y appliquait, tant pour la sécher que pour priver le fruit de l'air qu'il pouvait contenir.

nous a été suggérée par nos expériences , semblerait par trop hypothétique si nous ne l'établissions sur quelques données plus positives. Ainsi nous rappellerons d'abord que de l'acide tartarique étant dissous dans l'eau et abandonné à lui-même , il se forme une membrane muqueuse , et l'eau se trouve par cette décomposition contenir de l'acide carbonique. Nous citerons ensuite l'acide oxalique qui , d'après les observations de MM. Dulong et Pelletier , se transforme dans certaines circonstances en une quantité considérable d'acide carbonique.

Un grand nombre d'expériences que nous avons faites sur les sirops de fécule nous ayant porté à révoquer en doute la théorie qu'a proposée M. Théodore de Saussure , nous avons cru devoir , avant d'en proposer une autre , répéter ses expériences avec le plus grand soin. On sait que l'opinion de ce chimiste consiste à regarder l'action des acides comme se réduisant à favoriser la combinaison de la fécule avec une certaine proportion d'eau , et il en apporte pour preuve l'augmentation de poids qu'elle éprouve par sa transformation en sucre. Sans prétendre le réfuter , nous ferons observer que cette preuve nous paraît peu concluante ; car il est difficile de supposer que le sucre ne retient pas toujours une certaine quantité d'eau hygrométrique , et il nous paraît impossible de la lui enlever sans la décomposer. Notre doute relativement à cette théorie est d'autant plus fondé , qu'ayant eu lieu de remarquer que la chaleur favorisait singulièrement la formation de la matière sucrée , nous nous sommes servi d'une marmite autoclave dont nous élevions à volonté la température jusqu'à 125°. Nous sommes conséquemment certain d'avoir obtenu une saccharification beaucoup plus complète. Nous avons aussi répété l'expérience à l'air libre , en suivant la méthode ordinaire. Le sirop obtenu dans chacune de ces opérations étant convenablement rapproché , nous a constamment donné un poids moindre que la fécule employée , et cependant le sucre y était.

encore à l'état de sirop ; mais la concentration en avait été faite sous le récipient d'une machine pneumatique. Il est bon de remarquer aussi que dans toutes nos expériences la réaction de l'acide a été poussée jusqu'à ce que la présence de la fécule ne pût plus être démontrée dans la dissolution au moyen de l'iode. On voit, d'après ce qui précède, que la théorie de M. Th. de Saussure est peu admissible. Voyons maintenant si nous pourrions donner plus de probabilité à la nôtre, et faisons d'abord observer que nous nous sommes assuré par des expériences exactes que l'acide, tout en favorisant la dissolution de la fécule, n'entraîne pour rien dans cette transformation, et qu'il exigeait pour sa complète saturation tout autant d'alcali après qu'avant cette réaction.

Nous avons aussi acquis la preuve que plusieurs acides végétaux, et particulièrement les acides oxalique, tartarique et sorbique, étaient susceptibles de déterminer de semblables changemens. On peut même, et c'est ici le lieu de le faire observer, obtenir à volonté de la gomme seulement (ou du moins une matière analogue) ou du sucre, en faisant varier la température, la proportion d'acide et le temps que doit durer l'ébullition. Nous citerons une de ces expériences pour servir d'exemple.

On a traité une livre de fécule de pomme-de-terre par deux onces d'acide tartarique dissous dans 5 livres d'eau distillée. Le tout, placé dans un autoclave, a été maintenu pendant une heure seulement à une température de 125°. (1); la solution acide de fécule était transparente ; on l'a saturée par de la craie, puis filtrée ; la solution marquait alors 10° à l'aréomètre. L'iode n'y produisait qu'une très-légère teinte rougeâtre. Cette liqueur, réduite au tiers par une évaporation ménagée, s'est prise en gelée transparente, solide et assez consistante pour qu'on pût la rouler dans la main,

(1) Cette température était indiquée par un thermomètre adapté à l'appareil.

TABLEAU des résultats obtenus avec le suc de raisin, examiné aux différentes époques de la maturation.

DATES.	DENSITÉ du suc.	RAPPORT d'acidité.	QUANTITÉ soumise à l'expérience.	POIDS du résidu obtenu dans le vide.	POIDS de la crème de tartre contenue naturellem.	POIDS du mélange de gomme.	POIDS du sucre obtenu en sirop.	CENDRES.	PORTION soluble des cendres.	OBSERVATIONS.	
1 ^{er} . septem.	1, 021	3, 55	100 gr.	5, 25	0, 55	traces	traces	0, 4	0, 25	Tous ces résultats, obtenus d'abord sur des quantités diverses, ont été, par le calcul, rapportés à 100 gr.	
6	1, 028	2, 44	id.	5, 60	0, 64	0, 06	id.	0, 48	0, 29		
10	1, 032	2, 92	id.	5, 95	0, 69	0, 15	id.	0, 55	0, 32		
15	1, 051	1, 82	id.	6, 20	0, 75	0, 20	id.	0, 59	0, 36		
22	1, 055	1, 54	id.	6, 28	0, 784	0, 320	1 ^{er} . 08	0, 66	0, 431		
30	1, 060	1, 28	id.	6, 34	0, 805	0, 360	2, 61	0, 692	0, 432		
5 octobre	1, 062	1, 25	id.	7, 37	0, 848	0, 491	2, 92	0, 75	0, 430		
9	1, 064	1, 23	id.	7, 55	0, 860	0, 613	3, 45	0, 754	0, 453		
16	1, 068	1, 22	id.	7, 59	0, 950	0, 784	4, 74	0, 852	0, 521		
	1, 069	1, 15	id.	8, 05	0, 956	0, 796	4, 85	0, 862	0, 540		
SUC D'ABRICOTS.											
16 mai	1, 032	2, 51	100	4, »	7, 66	000	000]	0, 426	»		Le suc ne pouvait plus être extrait.
29	1, 043	2, 75	id.	5, 20	8, 13	id.	id.	0, 461	»		
4 juin	1, 055	2, 94	id.	6, 42	8, 57	id.	id.	0, 522	»		
15	1, 058	3, 01	id.	6, 64	8, 87	id.	id.	0, 614	»		
27	1, 006	3, 22	id.	6, 75	8, 95	id.	id.	0, 643	»		
11 août											

TABLEAU de l'altération qu'éprouvent différens fluides élastiques en contact avec les fruits; analyses des gaz soumis à l'expérience.

ÉPOQUE du commencement de l'expérience.	NOM DU GAZ.	NOM du fruit.	QUANTITÉ du gaz analysé.	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	AZOTE.	ÉPOQUE des diverses observations.
21 octobre.	air atmosphérique.	poires.	100	16, 7	6, 8	76, 5	au 23 octobre.
			id.	24	0	76	24
			id.	27	0	73	29
			id.	66	0	34	7 novembre.
			id.	28	73	0	10
8 novembre.	oxygène.	id.	id.	55	0	0	17
			id.	70	0	0	20
			id.	84	0	0	24
			id.	20	0	80	10
			id.	23	0	77	11
idem	azote.	id.	id.	35	0	65	17
			id.	50	0	50	24
			id.	90	0	10	4 novembre.
			id.	80	0	20	10
			id.	54	0	46	17
31 octobre.	acide carbonique.	id.	id.	63	0	37	20
			id.	19, 6	0	80, 4	2 novembre.
			id.	34	0	66	10
idem.	air atmosphérique.	id.	id.	60	0	40	17
			id.				

portion par portion, et la distribuer ainsi en morceaux de la grosseur d'une noix. Ces morceaux avaient toutes les propriétés physiques de la gomme arabique; leur dureté était la même, la cassure nette, vitreuse, transparente et conchoïde, la solubilité complète dans l'eau, et nulle ou presque nulle dans l'alcool. La saveur fade et mucilagineuse se distinguait cependant de celle de la gomme par quelque chose de très-légèrement sucré, que l'on faisait disparaître par la solution dans l'eau, la précipitation par l'alcool et l'évaporation.

C'est cette expérience qui nous a conduit à prendre de la transformation du mucilage en sucre l'opinion que nous avons émise plus haut, et voici par quelle suite d'idées nous y avons été amené. Puisque la gomme, avons-nous dit, est un état intermédiaire entre le sucre et la fécule, et que d'ailleurs ces deux produits se forment dans les mêmes circonstances, il est plus que probable que les mêmes causes qui déterminent la production de l'un concourent à la formation de l'autre. Or, on sait que la fécule se transforme en une substance gommeuse par la seule torréfaction: cherchons donc ce qui se passe dans cette opération, et nous n'aurons plus qu'à en faire l'application à l'autre cas. En conséquence de ce raisonnement, nous avons fait chauffer de la fécule bien pure et bien séchée dans le vide, dans un appareil en verre, disposé de manière à obtenir tous les produits liquides et gazeux qui pourraient se former. La portion de cet appareil qui contenait la fécule plongeait dans un bain-marie d'huile, et la température a été soutenue pendant plus de deux heures de 160° à 180° . Aucun gaz ne s'est dégagé, la fécule ne paraissait point altérée, et cependant le récipient contenait une quantité notable de liquide. Ce liquide examiné avec soin n'était point acide, ni ammoniacal, et ne contenait aucune portion d'huile; c'était de l'eau pure, mais très-légèrement empireumatique. La fécule, quoique blanche encore, se dissolvait com-

plètement dans l'eau froide, et la dissolution évaporée donnait une substance analogue à la gomme. Il est donc évident par cette expérience que la fécule peut être convertie en gomme ou matière analogue par la seule soustraction des proportions relatives d'oxygène et d'hydrogène pour former une certaine quantité d'eau. N'est-il pas à présumer d'après cela qu'il en est de même pour la deuxième mutation, celle de la gomme en sucre, en sorte que la fécule ne différerait de la gomme que par une certaine proportion d'eau ou de ses principes, et qu'il en serait de même de la gomme par rapport au sucre ? Cette opinion cadre d'ailleurs très-bien avec les analyses du sucre et de la gomme, qu'on retrouve dans Thomson (pag. 48, t. 4), et d'où il conclut que le sucre ne diffère de la gomme que par un atôme d'eau de moins.