

E. MILLON

SA VIE ET SES TRAVAUX

BOULEVARD
PARIS. — IMP. DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX





FRANCK, PHOT.

Q 80013

Q
80013
~~85113~~

E. MILLON

SA VIE

SES TRAVAUX DE CHIMIE

ET

SES ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET AGRICOLES

SUR L'ALGÉRIE

Exclu du prêt

BIBLIOTHÈQUE DE L'USTL	
Cote	540. 92
Niv.	3
Salle	MAG
inv.	Q80013



PARIS

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE

Rue Hautefeuille, 49, près du boulevard Saint-Germain.

Londres,
HIPP. BAILLIÈRE.

Madrid,
G. BAILLY-BAILLIÈRE.

1870

80013
24118

F. MILTON

24 VII

SES TRAVAUX DE CHIMIE

PAR M. J. B. BOUTIER ET J. BOUTIER

SOUS LAIGERIE



PARIS

J. B. BOUTIER ET FILS

ÉDITEURS 10, RUE DE LA HARPE, 10, PARIS

1870

Les amis et les élèves de Millon se sont réunis pour publier l'ensemble de ses nombreux travaux. Ils se sont inspirés des sentiments de l'amitié et de la reconnaissance qui aiment à honorer la mémoire d'un ami ou d'un maître ; ils ont aussi pensé que la variété même des études de ce chimiste distingué, l'originalité et parfois la hardiesse de ses vues avaient peut-être empêché de lui reconnaître la place élevée qui lui revient dans le monde savant. Ainsi, faire mieux apprécier leur auteur, en réunissant aujourd'hui ses travaux, est à la fois une dette de cœur pour nous, et une dette de justice pour tous ceux qui s'intéressent sincèrement aux progrès de la science.

Lorsqu'on rapproche du récit de la vie de Millon les recherches qu'il a entreprises et menées à bonne

fin, les découvertes qu'il a faites, on est frappé de sa persévérance et de son courage. Il a possédé le rare secret de rendre utile et féconde une existence à laquelle n'ont été cependant épargnées ni les difficultés, ni les agitations de toutes sortes. A ce titre seul, l'exemple de Millon serait encore un précieux enseignement.

On appréciera bien toute la valeur morale de cet enseignement, en lisant la *Notice biographique* placée en tête de ce volume. Le nom de M. le docteur Hœfer la recommande suffisamment à l'attention du lecteur. Le savant auteur de l'*Histoire de la chimie*, qui a dirigé avec tant d'impartialité la *Biographie générale* publiée par MM. Firmin Didot, a bien voulu écrire aussi, pour nous, la vie de Millon, son ancien ami.

Aucun commentaire, aucune appréciation critique n'accompagnent les Mémoires que nous publions. Il vaut toujours mieux laisser juger les hommes par leurs œuvres, et Millon est de ceux qui n'ont pas à redouter ce jugement. Nous avons écarté tout sujet de polémique ou de discussion vive, bien persuadés que les titres scientifiques de notre ami ne pouvaient que gagner à être présentés avec calme et sans passion.

Deux mois à peine avant sa mort, Millon nous communiquait des recherches encore inédites, *sur la fermentation*, et une suite d'études *sur le problème économique et agricole de l'Algérie*. Nous sommes heureux

d'avoir pu faire connaître, *in extenso*, ces manuscrits qui présentent, à des points de vue très-différents, un véritable intérêt.

Toutefois, il fallait coordonner et souvent analyser ces Mémoires nombreux, écrits par Millon à diverses époques de sa vie.

Pour quelques-uns de ces mémoires, nul ne pouvait mieux s'acquitter de ce soin que M. Coulier, son élève, à Paris et à Lille, aujourd'hui Pharmacien Principal, professeur de Chimie au Val-de-Grâce, dans la chaire qu'occupait son ancien maître, en ayant recueilli, par conséquent, toutes les traditions. Il a bien voulu lui donner ce témoignage de reconnaissance.

Pour d'autres, ceux auxquels furent consacrés les derniers temps de sa vie, nous avons eu le précieux concours de M. Commaille, Pharmacien-major à Marseille.

M. Commaille avait suivi Millon en Algérie et fut son dernier collaborateur. Fidèle dans son amitié, il a voulu lui donner encore cette nouvelle preuve de dévouement.

Hélas ! quand je cherche tous ceux qui nous ont aidé à rendre hommage à notre ami, la mort va si vite qu'il me faut nommer un collaborateur enlevé aussi à notre affection, encore plein d'avenir et de dévouement pour la science ! Cet hommage à Millon a été

peut-être l'un des derniers soins du bon et regretté J. Nicklès, professeur de chimie à la Faculté de Nancy. Il devait, avant son heure, trouver la mort dans les recherches qu'il poursuivait avec trop d'ardeur. La nature semble parfois se venger ainsi de ceux qui veulent lui dérober ses secrets.

Mais, quel qu'ait été le tribut de chacun à la Mémoire de Millon, tous reconnaîtront que la plus large part dans ce travail appartient à M. Jules Lefort, l'un des élèves les plus distingués, choisis par notre ami, en dehors du service de la Pharmacie militaire.

M. Lefort, qui conserve avec amour l'exemple et les traditions du maître, est de ceux qui consacrent noblement à la chimie les loisirs qu'ils se sont faits, et qui prouvent qu'ils aiment la science pour elle-même. Tel était bien aussi un trait du caractère de Millon, et peut-être cette pensée s'est-elle présentée parfois, pour l'encourager dans son travail, à cet ami qui s'est dévoué, avec tant de cœur, à l'œuvre que nous présentons au monde savant.

Que tous me pardonnent de les avoir nommés. Les souvenirs de la jeunesse, où la communauté des mêmes études engendrent les meilleures amitiés, me reportent presque tous à Millon. J'ai cru qu'à ce titre, je pouvais remercier en son nom ceux qui honorent sa

mémoire. Heureux si, accomplissant un devoir qui est une consolation aux regrets de ceux qui survivent, j'ai pu contribuer en même temps, pour ma faible part, à faire connaître et estimer l'ami et le savant que nous avons perdus.

JULES REISET,

Correspondant de l'Institut.

Écorchebœuf (Seine-Inférieure), 4 novembre 1869.

P. S. — Nous avons très-heureusement placé, à la première page de ce volume, la reproduction photographique du beau buste de Millon, que nous devons à l'amitié et au talent si distingué de M. J. Clément.

Le buste original, exécuté d'après nature par M. Clément, était conservé à Alger. Empressés de concourir à notre œuvre, M. Huré d'Apremont, avocat, et M. Gugenheim, banquier, à Alger, tous deux amis de Millon, ont bien voulu surveiller le moulage et l'expédition d'une épreuve de ce buste.

Que tous ces bons amis nous permettent encore de leur adresser nos remerciements!

J. R.

NOTICE BIOGRAPHIQUE

SUR

E. MILLON

La ville de Châlons-sur-Marne s'honore, à juste titre, de compter au nombre de ses enfants, Millon (Auguste-Nicolas-Eugène), né le 24 avril 1812 (1). Son bisaïeul occupait, en 1730, la place de premier échevin à Paris, et ce fut de là que sa famille vint plus tard se fixer à Châlons. Son père, entrepreneur de transports, étant obligé à de fréquents voyages, le jeune Millon passa son enfance presque entièrement sous la direction d'une mère pour laquelle il eut, pendant toute sa vie, un culte filial.

A l'âge de dix ans, il perdit son père. Sa mère, restée sans ressources, dut demander au travail les moyens de subvenir à l'existence de ses deux fils. Sur la demande de son beau-frère, établi à l'île de Bourbon, elle se décida à y envoyer l'aîné, Désiré; et, peu de temps après, elle confia à son frère, l'abbé Thibault, qui mourut en 1830 inspecteur général de l'Université, l'éducation d'Eugène, qui fait l'objet de cette notice.

A la mort de Millon père, en 1822, l'abbé Thibault était

(1) La maison où il naquit porte aujourd'hui le numéro 2 de la rue du Cloître.

proviseur du collège royal de Saint-Louis. Il emmena son neveu à Paris, et le garda deux ans auprès de lui. Mais après avoir été nommé aux fonctions d'inspecteur, qui exigeaient de longues absences, il rendit l'enfant à sa mère, non sans quelques regrets, car il avait distingué dans son jeune élève une vive intelligence, l'ardent désir de s'instruire, les germes enfin de ces qualités qui ne firent que grandir avec le temps.

De retour dans sa ville natale, Eugène Millon suivit comme externe, pendant cinq ans (de 1825 à 1830), les cours du collège. Il s'y fit remarquer par son aptitude pour les sciences exactes, remportant les premiers prix qui, dans les classes de rhétorique et de philosophie, étaient destinés à récompenser les compositions de mathématiques.

Après l'achèvement de ses études, il résolut de ne pas rester plus longtemps à la charge de sa mère, et songea dès lors à faire choix d'une profession. Il revint à Paris avec des recommandations pour M. Landois, un parent très-rapproché. Celui-ci lui confia les pénibles fonctions de maître d'études au collège Rollin, dont il était économiste ou procureur gérant. Le rôle modeste de surveillant ne convenait guère à Millon : ce qu'il lui fallait, c'était tout à la fois le besoin de s'instruire et le désir de faire profiter les élèves des leçons qu'il avait reçues. Bien placé pour se créer une carrière dans l'enseignement, Millon donna la préférence aux études médicales, et, parmi les sciences auxiliaires de la médecine, la chimie eut bientôt toute sa prédilection. « Je me rappelle encore, raconte un de ses amis, qu'il avait transformé sa petite chambre de Rollin en un laboratoire, et j'assistais souvent à des expériences plus ou moins bien réussies, auxquelles d'ailleurs je ne comprenais absolument rien, sinon qu'il était étrange d'empester ainsi sa chambre à coucher. »

Sérieux par caractère, laborieux par nature, Millon s'était tracé de bonne heure sa tâche : arriver à la science par l'étude opiniâtre, incessante, et par la science au terme de son ambition ; voilà le but de sa vie. Si le vrai mérite se mesure toujours à la difficulté vaincue, quel éloge ne doit-on pas accorder à ce jeune homme qui, pour prendre déjà sa place parmi les célébrités de son époque, avait tout à créer par lui-même.

Le 1^{er} décembre 1832, Millon entra comme chirurgien-élève à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce ; deux ans après, il en sortit le premier au concours. Sa carrière semblait dès-lors fixée. Au mois d'octobre 1834, il fit quelques démarches pour entrer dans le service actif. Ces démarches, appuyées par M. de Tascher, dans la famille duquel il avait reçu l'accueil le plus affectueux, eurent un plein succès : dès le commencement de l'année suivante, il fut envoyé à Lyon avec le titre de chirurgien sous-aide. A peine arrivé à Lyon, il est dirigé sur l'Algérie, où sévissait alors le choléra. Après la cessation de l'épidémie, il revint en France, et nous le retrouvons à Metz à la fin de l'année 1835. Reçu docteur à la Faculté de médecine de Paris le 16 août 1836, il continua de résider à Metz jusqu'en septembre 1837. Il revint alors à Paris, et ce fut là qu'il prit, à l'hôpital du Gros-Caillou, la détermination de quitter le service de la chirurgie pour suivre la pratique de la pharmacie militaire. En conséquence de cette détermination, il fit son stage comme pharmacien à l'hôpital de perfectionnement du Val-de-Grâce, où il obtint, par voie de concours, une place de préparateur et de répétiteur. Il eut enfin à sa disposition un laboratoire complet et bien monté.

A dater de cette époque commence pour Millon en quelque sorte une nouvelle vie. « C'est avec délices que je pioche, écrit-il à sa mère, et n'ai le soir que l'impatience du lende-

main. A neuf heures je suis à mon laboratoire, j'y déjeune et y reste jusqu'à quatre heures de l'après-midi sans interruption, à moins que je n'aie quelque cours à suivre, et le soir je suis au milieu de mes livres jusqu'à onze heures environ. Ce régime me convient à merveille, et jamais je ne me suis mieux porté..... Je prépare pour le moment un mémoire, que je lirai sans doute à l'Institut, et, si les idées que j'ai ne sont pas repoussées, à cause de ma trop grande nouveauté scientifique, elles feront, je l'espère, quelque sensation dans le monde savant (1). »

Millon faisait ici allusion à certaines idées théoriques, mises en avant dans un mémoire qui fut présenté par lui à l'Académie des sciences, le 19 mars 1838 ; ce mémoire traitait de quelques azotures nouveaux. Il allait poursuivre ses recherches lorsqu'il reçut, au mois de juillet de la même année, ordre de partir pour Toulouse, où il devait remplir les fonctions de pharmacien aide-major. Ce qu'il regrettait le plus en quittant Paris, c'était son laboratoire du Val-de-Grâce. Comment pourrait-il y suppléer ? « A Toulouse, rapporte un de ses plus anciens camarades, Millon n'avait pour laboratoire que sa chambre garnie : un réchaud, une lampe à alcool, une centaine de fioles, quelques tubes, une balance primitive, que lui-même avait construite, voilà l'inventaire de ses instruments. C'est dans ce laboratoire improvisé qu'il commença ses travaux sur le chlore. » Mais il dut bientôt les interrompre.

Au printemps de 1839, Millon fut détaché à Lunéville, et à la fin de la même année il revint précipitamment à Paris, espérant obtenir, sur les recommandations de Pelouze et du baron Thenard, la place de préparateur au Col-

(1) Voy. M. H. Faure, *E. Millon, Notice biographique*, p. 12 (Châlons-sur-Marne, 1868, in-8).

lège de France. Vain espoir ! Sa destinée paraissait l'avoir irrévocablement attaché au service militaire. C'est ainsi que nous le voyons, depuis le commencement de 1840, résider successivement à Metz et à Versailles, puis revenir, vers la fin de la même année, à Paris, où il entre, comme pharmacien aide-major, à l'hôpital du Gros-Caillou. Il se félicitait de son retour à la capitale, dans l'espérance d'y retrouver son laboratoire. Aussi fut-ce avec bonheur qu'il accepta celui que Pelouze lui offrit au Collège de France, et il ne tarda pas à présenter à l'Académie des sciences plusieurs travaux exécutés en commun avec cet habile chimiste.

Le 19 mars de l'année 1841, Millon fut nommé professeur de chimie au Val-de-Grâce, après un brillant concours dont les annales de la pharmacie militaire conservent encore le souvenir.

Millon était né professeur, et l'un de ses plus vifs regrets était de ne pouvoir se produire dans une chaire de Faculté de Paris. Il avait, en effet, conscience de sa valeur, et tous les élèves qui ont eu le rare bonheur de suivre ses leçons du Val-de-Grâce n'ont pas oublié combien sa parole était facile, toujours très-correcte et exprimant bien la pensée.

C'est peu de temps après sa nomination comme professeur de chimie à l'hôpital du Val-de-Grâce qu'une heureuse réunion de circonstances nous fit rencontrer pour la première fois Millon chez M. Jules Reiset, et ensuite chez le baron Thenard, qui s'intéressait alors particulièrement à l'histoire de la chimie. Pour encourager ce genre de recherches, l'illustre doyen avait organisé chez lui une sorte de société savante, où MM. Pelouze, Millon, Fremy, J. Reiset, etc., venaient, deux fois par semaine, apporter des travaux de science rétrospectifs, consistant principalement dans des analyses de mémoires de Vauquelin, Van Mons, Klaproth, Berthollet, Fourcroy, etc., publiés dans les an-

ciennes *Annales de physique et de chimie*. Après la cessation de ces réunions, qui n'eurent qu'une durée éphémère, Millon se joignit, en 1844, à M. J. Reiset pour publier, d'abord avec notre collaboration, puis avec la collaboration de M. Nicklès, un *Annuaire de chimie*, répertoire des découvertes et des travaux scientifiques faits dans les diverses parties de l'Europe. Dans la même année de 1845, où parut le premier volume de cet Annuaire, Millon publia le premier volume de ses *Éléments de chimie organique*, qui devait bientôt être suivi d'un second volume. (Janvier 1848.)

L'espace de temps compris entre 1841 et 1848 forme peut-être la période la plus féconde de la carrière si laborieuse de Millon. Pourvu de tous les instruments de travail nécessaires, en relations suivies avec des chimistes éminents, entouré de disciples et d'amis dévoués, il mit au jour une série de mémoires dont quelques-uns passent, à juste titre, pour des chefs-d'œuvre de clarté et de précision. Aussi voyons-nous son nom figurer, en 1844, à côté de ceux de MM. Péligot, Fremy, Cahours, sur la liste des candidats présentée par la section de chimie de l'Académie, pour le remplacement de Darcet.

Ce fut dans ce même intervalle que Millon devint successivement pharmacien aide-major de première classe (le 23 novembre 1841), pharmacien-major de deuxième classe (le 1^{er} novembre 1843,) pharmacien major de première classe (le 24 août 1847). Ses travaux et son enseignement oral, qui attiraient au Val-de-Grâce de nombreux et studieux élèves, justifiaient cet avancement rapide.

Mais ici vient se présenter un nuage dans cette vie si bien remplie. Six mois avant la révolution de Février, Millon est tout à coup enlevé à ses relations scientifiques par une nomination qui l'envoie comme professeur à l'hôpital militaire d'instruction de Lille. Cette nomination inattendue, il dut la

regarder comme une disgrâce, et probablement elle ne contribua pas peu à faire naître en lui des idées qui paraissent beaucoup trop avancées à l'autorité dont il relevait.

Quoi qu'il en soit, dès son arrivée à Lille, il se fait admettre dans la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de cette ville, Société qu'il est presque aussitôt appelé à l'honneur de présider. Pour payer sa bienvenue il publia, dans la principale feuille de la localité, une série d'articles sur les questions les plus brûlantes d'actualité. Parmi ces questions, il y en avait une qui intéressait directement les populations agricoles aussi bien que les habitants des cités, c'était la question, alors si vivement débattue, de la liberté du commerce de la boucherie. Millon, qui ne s'était encore fait connaître que comme chimiste, s'éleva tout à coup à la hauteur des plus grands économistes en signalant, comme l'une des plaies sociales, le commerce que font les intermédiaires au préjudice du consommateur et du producteur. «La pente des industries, disait-il, est telle que chacune d'elles fait tourner à son profit exclusif et abusif les forces dont elle dispose. Il faut que la consommation et la production se tiennent en éveil pour résister à cette sollicitation du gain qui entraîne leurs intermédiaires. Si les bouchers sont actifs, éclairés, organisés, tandis que le producteur et le consommateur sont indifférents, sans lien, sans protection, sans guide, sans lumière, la balance ne penchera-t-elle pas du côté des bouchers? Si les bouchers sont libres, tandis que le producteur et le consommateur ne le sont pas, la balance penchera toujours du même côté, car il n'y a pas de force qui vaille celle que donne la liberté; elle met des ressources infinies aux mains de ceux qui la possèdent, mais au détriment de ceux qui ne la possèdent pas ou qui n'en usent pas.»

Le savant publiciste fait parfaitement ressortir que, de

même qu'il y a trois intérêts, il doit y avoir trois libertés dans le commerce de la boucherie, liberté du producteur, liberté du boucher et liberté du consommateur. C'est particulièrement le consommateur qu'il cherche à réveiller de son indifférence. « Si le consommateur, ajoute-t-il, croit sa cause gagnée à tout jamais, il se trompe. S'il néglige de défendre ses droits dans l'avenir, s'il ne fixe pas le bon marché par des conditions particulières, s'il ne s'éclaire pas, s'il ne s'organise pas, ou, voulant le faire, si l'on met des entraves à sa liberté, sa condition deviendra pire un jour ou l'autre, et, disons le mot, son exploitation sera plus dure que par le passé. »

Pour résoudre le problème, Millon proposa de former une association coopérative, sur le modèle de l'*Association de l'humanité*, qui avait été fondée à Lille, en mai 1848, par dix-huit travailleurs, cherchant à se procurer à bon compte les objets de première nécessité, les vêtements et le chauffage, association qui se développa très-rapidement, dans des proportions considérables, au grand avantage des producteurs et des consommateurs (1).

Cependant l'étude des questions sociales, alors si vivement agitées, ne lui fit pas négliger ses travaux de prédilection. Il continua des recherches commencées à Paris, et mit la dernière main à des *Etudes de chimie organique*, qui parurent dans les *Mémoires de la Société des sciences de Lille* en 1849. On trouve dans ce volume la description d'une nouvelle méthode d'analyse qui permet de brûler les matières organiques sans recourir à leur dessiccation; des

(1) Ces intéressants articles d'économie sociale ont été réunis et publiés par leur auteur sous le titre de : *La liberté du commerce de la boucherie*, mémoire exposant la législation qui régit actuellement la boucherie parisienne, ainsi que les résultats probables des réformes projetées, et présentant, comme garantie pour les consommateurs, le mécanisme d'une boucherie sociétaire existant à Lille. Paris (Guillaumin), 1851, in-8.

observations intéressantes sur le sang, le chylé, l'alimentation, etc.

Au milieu des événements qui se précipitaient depuis l'avènement de la république de 1848, Millon paraissait, à raison de ses idées et de son mérite, appelé à jouer un rôle politique. Il s'y préparait peut-être, lorsqu'il reçut tout à coup, le 5 décembre 1850, une autre destination. Il fut envoyé à Alger avec le grade de Pharmacien Principal de seconde classe.

Ce brusque éloignement affecta beaucoup Millon. Il le privait, en effet, de cet échange de sentiments et de lumières, qui ne s'établit bien que dans le milieu où l'on vit, et il ne manqua pas d'exercer une influence fâcheuse sur la direction de ses travaux scientifiques. Mais il fallut se rendre aux injonctions de l'autorité. Millon partit donc pour l'Afrique, le cœur navré. L'année suivante, il y fit venir sa mère. Mais lui ayant trouvé le climat de l'Algérie peu favorable, il dut, au commencement de 1852, se résoudre à la ramener en France. Il n'eut plus dès lors d'autres consolations que celles que pouvaient lui donner la culture de la science et l'accomplissement de ses devoirs fonctionnels.

Aussitôt après son installation, Millon reprit ses recherches sur les blés qu'il avait commencées à Lille.

A l'effet de doser la quantité d'humidité contenue dans le blé, que les fournisseurs additionnaient d'eau pour en augmenter le poids, il imagina un appareil aussi simple que portatif, auquel il donna le nom d'*hygroscope*; mais, malgré ses efforts pour le perfectionner, il ne parvint pas à en rendre l'usage sûr et facile (1).

Les moyens de conserver le blé avaient surtout fixé son

(1) La solution du problème tant recherchée par Millon, avec le concours habile de M. Salleron, est-elle donc insoluble? Nous ne le pensons pas. Afin de

attention. En 1858, 5492 quintaux de froment furent déposés dans des silos et traités d'après un système inventé par Millon et M. Farre. Dans une autre expérience, 6080 quintaux d'orge furent soumis au même traitement. Ayant l'habitude d'initier sa mère à tous ses projets, il lui écrivit ces lignes : « D'ici à un mois, j'ouvrirai la moitié de mes silos, dans lesquels vous vous rappelez peut-être que j'ai enfermé

réserver à son auteur tous les droits de priorité, nous allons décrire l'appareil tel que M. Salleron l'avait construit d'après les données de Millon.

« L'*hygroscope* de Millon se compose essentiellement d'une très-fine corde à boyau dégraissée dans une dissolution de potasse, puis immergée dans une solution de chlorure de magnésium, enfin séchée. Cette préparation donne à la corde une grande affinité pour l'humidité, de sorte qu'elle en reçoit très-rapidement les influences. Les mouvements de torsion que prend, sous l'action de la vapeur d'eau, une corde à boyau ainsi préparée sont si considérables, qu'il convient de ne lui donner qu'une très-petite longueur, 2 centimètres au plus ; de plus, elle doit être bien tendue. Voici comment ces conditions sont remplies.

» L'instrument lui-même se compose d'une petite boîte cylindrique de laiton, découpée à jour tout autour de sa circonférence et enveloppée dans une toile métallique à mailles serrées. Un verre forme l'un des fonds de la boîte, tandis que le second fond est fermé par un couvercle de métal percé de trous. Au tiers de sa hauteur, la boîte porte un cadran divisé autour duquel tourne une aiguille. Celle-ci est serrée à l'extrémité de la corde, tandis que l'autre bout de la corde est maintenue sur une petite traverse fixée au sommet de la boîte. Pour tendre la corde et maintenir l'aiguille au centre du cadran, on attache sous l'axe de l'aiguille quelques brins de soies, non tordus, qui sont reliés avec un ressort. Ce dernier tire continuellement sur la corde et la force à se détordre quand elle est influencée par l'humidité, tandis que, au contraire, il fléchit sous la propre tension de la corde quand l'action de la sécheresse se fait sentir.

» Le cadran peut recevoir deux sortes de graduation : soit une division arbitraire dont on détermine la valeur au moyen du procédé employé par M. Regnault pour graduer les hygromètres à cheveu, procédé qui consiste, comme chacun sait, à exposer l'instrument dans une série de vases contenant des mélanges d'eau et d'acide sulfurique titrés et donnant des vapeurs à des tensions connues ; soit, enfin, une division faisant connaître directement la tension de la vapeur contenue dans l'air ; cette graduation est obtenue expérimentalement, comme nous venons de l'expliquer. L'extrême sensibilité de cet *hygroscope* constitue son plus grand défaut ; aussi a-t-il été presque impossible de bien régler sa marche et de rendre les indications *comparables*.

» Cependant, on comprend tous les avantages que devrait présenter un instrument pouvant se placer dans une masse de grain et indiquant, en quelques minutes, la proportion d'eau contenue dans ce grain. » (Note de M. SALLERON.)

l'année dernière d'énormes quantités de blé ; il y en a pour près d'un demi-million. C'est là une très-belle expérience, dans laquelle je serais très-heureux d'obtenir le succès ; il y a douze silos en tout, et je les ouvrirai en deux fois. » Un mois plus tard, il lui manda : « L'ouverture de mes silos a été des plus satisfaisantes : l'orge et le blé étaient en bon état, et la denrée, loin de perdre en qualité, s'était bonifiée. L'orge, dont aucun négociant n'aurait voulu, était devenue très-marchande. C'est là un premier succès..... Cette besogne est minutieuse, et demande une grande surveillance ; mais j'y ai pris goût, et la peine que je prends disparaît dans la satisfaction. »

Parmi les autres travaux scientifiques, exécutés en Algérie, on remarque des notes concernant la nitrification ; un procédé pour la purification du sulfure de carbone ; un moyen d'isoler les parfums sans les altérer ; des recherches faites en commun avec M. Commaille, sur le cuivre, sur l'analyse du lait et sur les matières albuminoïdes contenues dans le lait ; un mémoire sur la production et le commerce des sangsues, qu'il avait comparées avec celles des marais de la Gironde, etc.

Plein de zèle pour l'hygiène de l'armée et l'état sanitaire des populations, Millon écrivait, en 1861, à un intendant général : « Je voudrais me trouver en relation avec tout le personnel des pharmaciens de l'Algérie ; je les connaîtrais et en provoquerais la meilleure distribution. Nombre de travaux sur les eaux de l'Algérie, sur la récolte et la conservation des médicaments, sur toutes les denrées alimentaires de l'homme et des bêtes de somme se prépareraient avec ensemble et se suivraient de jour en jour. Il ne faut pas oublier non plus que les plus graves questions de l'hygiène algérienne, celle des miasmes par exemple, sont à l'état de pure hypothèse. » Puis il recommandait l'établissement de sta-

tions météorologiques, la création de jardins de botanique. Se plaignant que son laboratoire, destiné à former de bons praticiens, fût délaissé à cause du personnel trop restreint mis à sa disposition, il terminait : « La seule satisfaction à laquelle je puisse prétendre aujourd'hui est de bien employer encore quelques années. Est-ce trop d'ambition ? »

Ses connaissances étendues, jointes à la distinction de ses manières, lui avaient valu la considération des gouverneurs généraux qui s'étaient succédé en Algérie. Le maréchal Pélissier surtout fit le plus grand cas des capacités de Millon, et il le consulta dans des circonstances importantes. Le maréchal Vaillant lui témoigna une affection toute particulière en lui servant d'intermédiaire pour la présentation de ses Mémoires à l'Académie des sciences.

En fait de récompenses, Millon aurait voulu faire assimiler les titres scientifiques aux titres résultant d'ordres du jour ou d'actions d'éclat. C'est pourquoi il refusait d'être décoré par le Ministre de l'instruction publique, et se faisait proposer pour la Légion d'honneur au ministère de la guerre. Mais il ne réussit pas à vaincre la routine administrative, et il dut attendre, comme le plus médiocre des employés, ses vingt ans de services révolus. Nommé chevalier de la Légion d'honneur le 24 décembre 1853, il fut promu au grade d'officier le 30 décembre 1862.

A quelques kilomètres au sud-ouest d'Alger, sur la route de Bou-Zaréa, se trouve, à proximité de l'hôpital du Dey, un coteau verdoyant, au pied duquel coule une source minérale. C'était dans cette situation pittoresque que Millon avait établi une petite ferme où il venait chaque jour prendre ses heures de récréation. Ce lieu de retraite conserve encore aujourd'hui le nom de *Frais-Vallon*, qu'il lui avait donné. C'était là qu'il avait formé le projet de se

réunir à sa mère ; mais les infirmités, compagnes d'un âge avancé, ne permettaient plus à M^mo Millon un tel déplacement. Ces infirmités augmentèrent rapidement en octobre 1859, et laissèrent entrevoir bientôt une terminaison fatale.

Millon est prévenu à temps. Mais il lui est impossible de s'absenter et d'aller faire à sa mère ses derniers adieux. « Quel funeste concours de circonstances, écrivait-il à l'ami qui l'avait prévenu, m'a empêché de quitter Alger cette année et d'embrasser une fois de plus ma pauvre mère ! Combien ce regret a dû la tourmenter à ses derniers moments ! » Il ne put se rendre à Châlons que l'année suivante pour prier sur la tombe de cette mère si tendrement aimée.

Tant de déceptions et de secousses morales, jointes à l'influence funeste du climat africain et aux suites d'une attaque de choléra, finirent par ruiner la santé de Millon, Idéjà fortement ébranlée par une affection chronique des intestins. En 1865, il se décida à faire valoir ses droits à la retraite, en même temps qu'à vendre sa propriété de Frais-Vallon ; car il n'eut plus qu'un seul désir, celui de venir en France, et de se fixer à Paris où il avait pour la première fois connu toutes les joies du travail. Le souvenir de ce bonheur semblait seul le rattacher encore à la vie. « J'ai, dit-il, dans ses épanchements intimes, de nombreux matériaux de travail que j'emploierai, j'ai de la provision pour plusieurs années..... Mes vues se portent aujourd'hui sur une position simple, mais indépendante, où je poursuivrai paisiblement mes recherches. »

Le 13 octobre 1865, Millon obtint sa retraite, et au printemps de l'année suivante nous le trouvons à Paris, l'esprit toujours jeune, mais le corps vieilli. Pour retremper ses forces, il va passer une saison aux eaux de Bourbonne-les-

E. MILLON.

Bains, qui l'avaient autrefois soulagé. Sa santé paraissant s'améliorer, il reprend ses projets d'avenir. Mais incertain sur le choix de sa résidence, il repart pour Alger à l'approche de l'hiver. A son arrivée, il apprend la mort subite du fermier qui gérait son domaine de Bou-Zaréa. L'impossibilité de se défaire de ce domaine lui créa de nouveaux embarras. Enfin, en mai 1867, il quitta la terre d'Afrique, pour ne plus la revoir.

La physionomie de Millon trahissait des souffrances profondes! Tous ses amis furent frappés de l'altération de ses traits. Ses lèvres décolorées annonçaient un état anémique fort avancé. Du reste, Millon lui-même ne se dissimulait pas la gravité de sa situation. Aussi accepta-t-il avec empressement l'invitation que lui fit un de ses anciens amis, M. J. Reiset, de venir passer quelque temps auprès de lui, au château d'Écorchebœuf, près de Dieppe. Après un mois de séjour dans cette résidence, où il avait été entouré des soins les plus affectueux, il fut attiré à Paris par le désir de visiter l'Exposition universelle, et le 3 octobre suivant il se rendit, sur le conseil d'un médecin, à l'établissement hydrothérapique de Saint-Seine, près de Dijon.

A l'affection intestinale chronique était venue s'ajouter une angine diphthérique, envahissant toute la bouche et l'œsophage. Difficile comme tout malade qui raisonne son mal, Millon refusa de se soumettre au traitement hydrothérapique qu'il avait d'abord l'intention de suivre. Pour calmer ses souffrances, il avait contracté depuis longtemps l'habitude d'employer des médicaments opiacés. « L'assouplissement des douleurs étant commode au travail de son esprit, Millon avait d'abord acheté cette trêve avec la souffrance, sans regarder au prix; mais avec l'affaiblissement des organes, l'empire de ce besoin augmenta. Les réactions vitales furent enchaînées, et le défaut de réaction franche

laissa sans effet tous les moyens tentés (1). » Il s'éteignit, sans agonie et en pleine connaissance de lui-même, le 22 octobre 1867, vers une heure de l'après-midi, à l'âge de cinquante-cinq ans. Un vieil ami, M. Mouren, arriva encore à temps pour lui dire un suprême adieu. Les dernières paroles, qu'il put recueillir distinctement, étaient : *Écrivez à Reiset.*

La population tout entière du hameau se pressa autour du cercueil pour conduire la dépouille mortelle à sa dernière demeure.

Tous ceux qui ont, comme nous, connu Millon, ont pu apprécier les nobles qualités de son cœur et la grande élévation de son âme. Fier dans l'adversité, énergique dans ses résolutions, d'une loyauté à toute épreuve, généreux et compatissant envers les déshérités de la fortune, Millon était si bien pénétré des sentiments de la justice et de l'équité, que tout acte contraire à ces sentiments blessait profondément sa conscience d'honnête homme. C'est ce qui lui faisait souvent dire, comme à Béranger, que le vrai code de l'humanité est dans cette simple parole de l'Évangile : *Faites aux autres ce que vous voudriez qu'on vous fit.*

Millon avait, de plus, l'esprit fin, très-étendu, aussi fécond que curieux, légèrement caustique et dédaigneux pour les savants qui ne savaient pas le comprendre ou qui ne partageaient pas ses idées. Il possédait au plus haut degré la faculté de s'assimiler les découvertes des autres, et l'histoire de la chimie lui marquera sûrement sa place parmi les Laurent, les Gerhardt et les Pelouze, dont la science regrettera encore longtemps la perte.

Les dernières pensées de Millon étaient tournées vers la science qu'il avait cultivée avec tant d'amour. « Il se ré-

(1) M. le docteur Guettet (*Gazette méd., de Paris*, 9 novembre 1867).

jouissait, dit le docteur Guettet en apprenant à M. J. Reiset la mort de son ami, il se réjouissait de mettre en ordre des éléments nombreux de chimie organique. Et le désir qu'il avait de recouvrer sa santé pour ce but était si fiévreux, qu'il contribuait à entretenir une partie de son mal. Une main tutélaire voudra bien veiller à ce que ces éléments ne s'éparpillent point..... »

Ce vœu suprême vient d'être religieusement rempli par la publication du présent volume (1).

(1) Les dépouilles mortelles de Millon reposent aujourd'hui dans le cimetière du village de Saint-Seine, situé dans le département de la Côte-d'Or. Les amis de ce savant justement regretté conservent l'espoir que la ville de Châlons-sur-Marne accordera à ses restes la place qu'elle réserve à ses plus illustres enfants, ou au moins qu'un buste de bronze, placé dans la bibliothèque de cette ville, perpétuera le souvenir de l'éminent chimiste.

F. HOEFER.

E. MILLON

SES TRAVAUX

CHIMIE

CHAPITRE PREMIER

CHIMIE MINÉRALE.

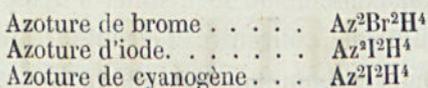
§ I. — Mémoire sur quelques azotures nouveaux, et sur l'état de l'azote dans plusieurs combinaisons.

(1837-1838.)

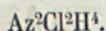
Tel est le titre du premier travail chimique de Millon : il suffit de l'énoncer pour montrer tout de suite la place que ce savant devait occuper, un jour, dans les sciences physiques. C'est que, non-seulement, l'histoire des combinaisons dont il avait entrepris de faire une étude nouvelle était alors à peine ébauchée, mais encore que tous ces corps sont doués de propriétés explosives qui rendent leur manie-
ment extrêmement dangereux.

Malgré les difficultés d'un pareil sujet, Millon est parvenu, en décomposant le chlorure d'azote par le bromure, l'iode

et le cyanure de potassium, à obtenir les azotures de brome, d'iode et de cyanogène qu'il a représentés ainsi :



L'azoture de chlore qui lui a servi de point de départ a été également trouvé composé de :



On avait jusqu'alors considéré ces substances comme des combinaisons simples de l'azote avec le chlore, le brome, l'iode et le cyanogène, mais Millon a pu s'assurer qu'elles renfermaient constamment 4 équivalents d'hydrogène.

L'étude de ces azotures a encore amené Millon à faire quelques recherches sur l'ammoniure d'iode, matière découverte par Colin et à laquelle on a assigné des formules si diverses ; il a reconnu que ce corps devait être considéré comme une combinaison de l'azoture d'iode précédent avec l'iodhydrate d'ammoniaque.

§ II. — Expériences sur l'acide nitrique.

(1842.)

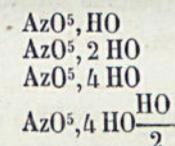
Les recherches de Millon sur l'acide nitrique, qui datent des premiers temps de son professorat à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce, méritent une mention toute spéciale parce qu'elles ont conduit incidemment leur auteur, deux années plus tard, à la découverte de l'éther nitrique, fait considéré comme l'un des plus remarquables de la carrière scientifique de ce chimiste.

Le travail de Millon comprend la purification, la distillation et l'hydratation de l'acide nitrique, puis la constitution de quelques nitrates et enfin l'exposition de quelques réac-

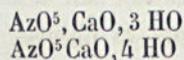
tions propres à l'acide nitrique suivant ses différents états.

Pour purifier et pour déshydrater l'acide nitrique du commerce, Millon conseille de le distiller à deux reprises avec de l'acide sulfurique concentré et ensuite d'y faire passer un courant d'acide carbonique. Comme après ces traitements le produit distillé contient beaucoup d'acide nitreux, Millon indique de le distiller de nouveau avec de l'urée qui détruit complètement cet acide.

En fractionnant le produit de la distillation de l'acide nitrique pur et à divers degrés de concentration, Millon est parvenu à distinguer quatre hydrates qui se représentent ainsi :



L'hydratation de plusieurs nitrates terreux et métalliques a amené Millon à cette observation que les nitrates de magnésie, de manganèse, de zinc, de cobalt et de nickel renfermaient tous 6 équivalents d'eau, et que le nitrate de chaux qui n'avait été jusqu'alors l'objet d'aucune analyse formait deux hydrates représentés ainsi :



Millon a reconnu que l'acide nitrique fumant avait la propriété de convertir à froid le chlorate de potasse en perchlorate de cette même base, et il a utilisé cette réaction comme moyen d'oxydation des matières organiques qui se détruisent très-rapidement en eau et en acide carbonique. Le soufre, que l'eau régale n'attaque qu'avec une lenteur extrême, est converti en quelques minutes en acide sul-

furique ; le sélénium s'oxyde avec une rapidité égale à celle du soufre et donne de belles aiguilles d'acide sélénieux.

Enfin, dans le courant de ses recherches, Millon a eu l'occasion d'observer que l'acide nitrique affaibli, parfaitement pur, n'attaquait pas le cuivre, ainsi que plusieurs métaux, tels que le mercure et le bismuth. Ce fait était nouveau : on savait que l'acide nitrique, dans un très-haut degré de concentration, n'attaquait pas quelques métaux, le fer et l'étain, par exemple, mais ce même acide affaibli était considéré comme un de leurs oxydants les plus énergiques : il n'en est rien. La règle la plus générale qu'on puisse établir, c'est que l'acide nitrique absolument pur et monohydraté n'attaque pas les métaux, si l'on excepte toutefois les métaux alcalins.

Millon est resté toujours pénétré de cette grande vérité qu'en chimie, comme dans toutes les sciences d'observation, tout sujet, même élaboré déjà par les savants les plus illustres, gagnait à être soumis à une nouvelle étude : sa plus grande ambition aurait été de réunir autour de lui un certain nombre d'élèves et de collaborateurs laborieux afin de reprendre l'examen des corps simples ou de leurs composés, dont l'histoire chimique était incomplète.

Telle est l'origine de ses beaux travaux poursuivis avec tant de persévérance sur le chlore, l'iode, le mercure, le cuivre, etc., et auxquels plusieurs de ses élèves sont fiers d'avoir pris une part active.

Ses expériences sur le chlore lui ont fourni le sujet de plusieurs mémoires, dont nous allons rappeler les parties les plus importantes, et qui suffisent pour montrer le rare talent qui appartenait à leur auteur comme analyste et comme théoricien.

§ III. — Mémoires sur le chlore et ses dérivés.

(1837-1844.)

En cherchant à obtenir un degré de chloruration du soufre supérieur à celui que l'on connaissait, Millon avait signalé, en 1837, la formation d'un produit cristallin, qu'il supposa formé uniquement de soufre et de chlore.

Mais quelques années plus tard, en reproduisant plusieurs fois cette combinaison, il finit par découvrir qu'elle ne se formait qu'autant que le chlore était légèrement humide et en grand excès. Dès ce moment, il soupçonna la présence de l'oxygène; à l'aide d'une méthode de préparation particulière, il parvint à obtenir ce produit en quantité très-notable; il en reprit alors l'analyse, et y constata, outre une forte proportion d'oxygène, certaines propriétés qui intéressent au plus haut point la transformation isomérique des composés minéraux.

On obtient immédiatement ce composé nouveau en faisant tomber quelques gouttes de chlorure de soufre dans un flacon séché imparfaitement, et contenant du chlore humecté par son passage dans un flacon de lavage. Une trop grande quantité d'humidité détruirait instantanément ce composé, ou bien en arrêterait la production. Le flacon ne tarde pas à se recouvrir de cristaux incolores, transparents, qui ont pour formule :



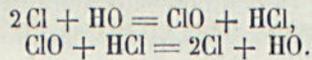
et que Millon désigne sous le nom de composé *hypochloro-sulfurique*.

Cette substance est différente, comme on le voit, de la combinaison chlorosulfurique découverte par M. Regnault, SO^2Cl , et du liquide analysé par H. Rose, et représenté par $\text{S}^2\text{O}^5\text{Cl}$.

Millon, poursuivant ses études sur le chlore, a fait connaître ensuite les réactions qui se produisent lorsque ce gaz est placé sous la double influence de l'eau et de la lumière. On sait que l'eau de chlore se conserve sans changement appréciable lorsqu'elle est mise dans des vases abrités de la lumière ; mais si elle est exposée quelque temps à l'influence directe des rayons solaires, on y découvre des réactions nouvelles. Ainsi le chlorure de plomb s'y convertit en oxyde puce, et le chlorure de manganèse donne un précipité de suroxyde.

En cherchant à quelle combinaison chlorée appartenait cette oxydation caractéristique des chlorures de plomb et de manganèse, Millon a reconnu qu'elle résidait exclusivement dans l'acide hypochloreux (ClO).

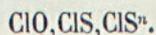
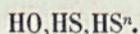
Cette action du chlore sur l'eau, dit Millon, est évidemment identique avec celle du chlore sur la plupart des substances hydrogénées ; il se substitue à l'hydrogène de l'eau ; et si le phénomène a des limites, c'est que l'acide chlorhydrique détruit à son tour l'acide hypochloreux et régénère du chlore :



Les acides chlorhydrique et hypochloreux ne peuvent exister ensemble qu'en présence d'une quantité d'eau assez grande ; Millon en a fait l'expérience directe.

Ce chimiste pense que le rapport moléculaire très-simple qui existe entre l'eau et l'acide hypochloreux doit être étendu au chlorure de soufre, qui correspondrait dans ce système à l'hydrogène sulfuré, dont le chlore aurait remplacé l'hydrogène, équivalent pour équivalent. On conçoit, par cet arrangement, que le chlorure de soufre le plus chloruré contiendra des équivalents égaux de chlore et de soufre. Aussi cherche-t-on en vain, tous les chimistes le

savent, à unir plus d'un équivalent de chlore à un équivalent de soufre ; il est, au contraire, facile de combiner plusieurs équivalents de soufre à un équivalent de chlore. C'est qu'on entre alors dans la correspondance des polysulfures d'hydrogène ; de sorte qu'on a les symétries suivantes :



On admet généralement que les composés décolorants formés par l'action directe du chlore sur les alcalis sont des mélanges de chlorures métalliques et de sels constitués par un acide particulier, l'acide hypochloreux. Cette hypothèse paraissait solidement établie par la découverte que M. Balard a faite d'un composé particulier de chlore et d'oxygène formé d'un équivalent de chlore et d'un équivalent d'oxygène ; mais en examinant l'action de ces mélanges supposés de chlorure et d'hypochlorite sur les sels des sections inférieures, Millon a découvert une série de faits nouveaux qui sont inexplicables par la théorie des hypochlorites, et qui conduisent à une manière particulière d'envisager les composés décolorants.

Millon considère les composés décolorants formés par les alcalis comme des substances qui correspondent aux peroxydes, dans lesquels tout l'oxygène constituant le peroxyde est remplacé par son équivalent de chlore, et il se base, pour appuyer son opinion, sur la composition comparative des principes décolorants formés par la soude et la potasse.

Les deux peroxydes de ces bases ont, comme on sait, une constitution différente ; celle du potassium est KO^3 et celle du sodium est NaO^2 ; or, Millon a remarqué que le peroxyde de sodium absorbait moitié moins de chlore que le peroxyde de potassium, d'où il conclut que la potasse, et l'ex-

périence le démontre, avait un pouvoir décolorant double de celui de la soude. La théorie se trouvait ainsi confirmée.

Dès lors, poursuit Millon, les composés décolorants ne constitueraient plus des sels, et, par un retour bien singulier des théories, les composés, envisagés comme des mélanges de chlorures et d'hypochlorites, seraient réellement des composés simples ; tandis que les hypochlorites, considérés comme des sels simples et sans mélange, seraient des composés de peroxydes et de corps particuliers correspondants aux peroxydes.

Dans le courant de l'année 1842, Millon, se livrant à une étude générale de tous les composés oxygénés du chlore, a fait la découverte de deux acides nouveaux : le premier est l'acide chloreux (ClO^3), qui manquait jusqu'alors à la série du chlore ; le second est l'acide chloro-perchlorique (Cl^3O^{17}), résultant de la combinaison en proportions définies de l'acide chloreux et de l'acide perchlorique.

L'acide chloreux, que Millon prépare en distillant, à la température de 45 à 50 degrés, un mélange d'acide tartrique, de chlorate de potasse, d'acide nitrique et d'eau, est un gaz jaune verdâtre soluble dans l'eau, d'une odeur forte, décolorant le papier de tournesol et le sulfate d'indigo, se liquéfiant par le froid en un liquide rouge, d'une teinte moins foncée que l'acide hypochlorique, décomposable à la température de 50 degrés, et formant des combinaisons salines parfaitement définies.

Millon s'est servi, pour établir la composition de l'acide chloreux des sels qu'il produit, soit directement, soit par double décomposition, avec les alcalis et les oxydes métalliques ; tels sont les chlorites de potasse, de soude, de baryte, de strontiane, de plomb et d'argent.

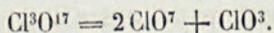
L'acide chloreux et les chlorites restent donc désormais acquis à l'histoire chimique du chlore.

Le peu d'affinité que le chlore possède pour l'oxygène a donné l'idée à Millon d'étudier l'action que la lumière solaire et la lumière diffuse exercent sur les acides chloreux, chlorique et perchlorique. Il a remarqué qu'à la lumière diffuse l'acide chloreux à l'état de gaz sec, et placé dans une cloche renversée pleine d'eau que l'on refroidit sans cesse, de manière que la température de l'eau ne dépasse pas + 20 degrés, produisait un liquide d'un brun rougeâtre, qui ruisselle sur les parois du vase et se rassemble à la partie inférieure.

Ce liquide est un composé particulier de chlore et d'oxygène, que Millon a désigné sous le nom d'*acide chloro-perchlorique*, et ayant pour composition :



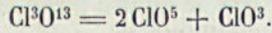
Cet acide au contact de la potasse se dédouble en acide chloreux et en acide perchlorique, et Millon s'en est servi pour établir sa véritable constitution. L'équation suivante ne laisse du reste aucun doute à cet égard :



On sait que, sous le nom d'*euchlorine*, Davy a obtenu, par l'action de l'acide chlorhydrique sur le chlorate de potasse, un gaz qui a été considéré tour à tour comme un composé défini et comme un mélange de chlore et d'oxygène.

Millon a constaté, à l'aide d'une méthode analytique très-ingénieuse, que l'euchlorine était, comme la précédente substance, une combinaison en proportions définies d'acide chlorique et d'acide chloreux, et il lui a donné le nom

d'*acide chlorochlorique*. L'équation suivante rend parfaitement compte de cette constitution :



Millon, résumant les combinaisons qu'il a étudiées et donnant à leur formule l'expression la plus simple, a formé la série :

ClO^3	Acide chloreux,
ClO^4	Acide hypochlorique,
$\text{Cl}^{\text{O}^{13}}$	Acide chlorochlorique,
ClO^5	Acide chlorique,
$\text{Cl}^{\text{O}^{17}}$	Acide chloroperchlorique,
ClO^7	Acide perchlorique.

§ IV. -- Mémoires sur l'iode et ses dérivés

(1840-1844.)

Les travaux de Millon sur l'iode sont absolument du même ordre que les précédents.

La recherche du meilleur mode de préparation de l'acide iodique lui a fourni l'occasion d'étudier l'action que l'acide nitrique pur ou nitreux, et à ses divers états d'hydratation, exerce sur l'iode; ses expériences lui ont permis de découvrir quelques faits nouveaux, entre autres l'existence d'une combinaison particulière d'iode et d'oxygène inconnue jusqu'alors.

1° L'acide nitrique à 4 équivalents d'eau et celui qui est plus hydraté n'oxydent pas l'iode à froid, et par l'action de la chaleur le métalloïde qui se dissout dans l'acide nitrique s'en dépose par le refroidissement sans produire d'acide iodique.

2° L'acide nitrique à 2 et 3 équivalents d'eau oxyde l'iode à l'aide de la chaleur, et il se forme de l'acide iodique

qui cristallise en petits mamelons blancs retenant toujours $\frac{1}{3}$ d'équivalent d'eau.

3° L'acide nitrique à moins de 2 équivalents d'eau et pas trop nitreux, oxyde l'iode à froid et le transforme en une combinaison jaune, pulvérulente, formée d'acide nitrique et d'acide hypoiodique.

Si l'on place cette poudre sur une brique sèche afin d'en isoler l'acide nitrique, et si on la lave successivement avec de l'eau et avec de l'alcool pour en séparer l'iode et l'acide iodique interposés, on obtient comme résidu l'acide hypoiodique qui, d'après les analyses de Millon, se représente très-exactement par

IO⁴.

Nous allons, du reste, retrouver la formation de cet acide dans plusieurs réactions de l'acide sulfurique sur l'acide iodique.

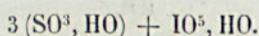
En laissant de côté la production de l'acide hypo-iodique, les réactions de l'acide nitrique sur l'iode présentent deux faits remarquables : 1° l'acide nitrique, suivant les quantités d'eau qu'il contient, constitue un agent d'oxydation qui diffère ; chaque hydrate fournit un acide distinct, souvent très-éloigné, par son mode d'activité, de l'hydrate qui en est le plus rapproché ; 2° l'acide nitrique, qui atteint son maximum de concentration, élève moins l'oxydation de l'iode qu'un acide plus affaibli.

Les phénomènes qui se produisent lorsque l'acide sulfurique et l'acide iodique sont mis en présence, à froid ou à chaud, ont donné lieu à différentes observations contradic-

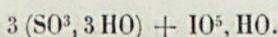
toires que Millon a voulu éclaircir, et cet examen l'a conduit à la découverte de plusieurs faits très-intéressants pour l'histoire de l'iode.

Ce savant a étudié : 1° le cas où l'acide sulfurique dissout l'acide iodique sans décomposition; 2° le cas où l'oxygène se dégage incomplètement; 3° le cas où tout l'oxygène, ou bien encore l'oxygène et l'iode se dégagent simultanément.

1° L'acide sulfurique monohydraté et presque bouillant dans lequel on projette de l'acide iodique pulvérisé donne, après le refroidissement du mélange, une poudre blanche nacrée qui consiste en une combinaison définie de ces deux acides, représentée par la formule :

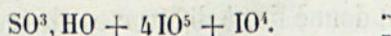


Si l'on remplace l'acide sulfurique monohydraté par le même acide, mais renfermant 3 équivalents d'eau, la combinaison est différente et a pour formule :

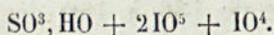


2° Lorsqu'on fait chauffer l'acide iodique avec l'acide sulfurique monohydraté jusqu'à production d'oxygène, les composés qui prennent naissance changent aussitôt d'aspect; ils sont jaunes, mais leur nuance et leur nature varient notablement.

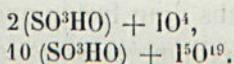
Ainsi, quand on s'arrête après avoir fait dégager quelques bulles d'oxygène, il se forme, au sein même de l'acide sulfurique bouillant, un dépôt de lamelles abondantes qui ont pour composition :



Mais si le dégagement d'oxygène est plus prolongé, il se dépose des cristaux jaunes qui se représentent ainsi :



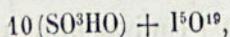
3° Enfin, quand l'action de la chaleur a été assez prolongée pour dégager du mélange de l'iode et de l'oxygène, on obtient plusieurs composés d'une couleur jaune dont la nuance varie du jaune citron au jaune orangé le plus foncé, et qui d'après plusieurs analyses concordantes se formulent ainsi :



Millon conclut, de ses expériences, que les acides minéraux se combinent entre eux au nombre de deux, de trois et dans des proportions variables; que ces combinaisons, dans les circonstances où elles se produisent, possèdent la forme, la constitution et la stabilité des produits qui sont le mieux définis; et enfin que les acides n'ont pas moins de tendance à se combiner les uns aux autres que les acides avec les bases, et peut-être les bases entre elles.

Une fois en possession des diverses circonstances qui donnaient naissance aux acides formés par la décomposition de l'acide iodique, Millon a dû porter toute son attention sur les produits qu'il avait découverts et auxquels il a donné les noms d'acides hypoiodique (IO^4) et sous-hypoiodique (I^5O^{10}).

Pour obtenir l'acide hypoiodique très-pur et en grande quantité, Millon conseille de passer par l'acide sous-hypoiodique qui se forme lorsqu'on traite l'acide iodique par l'acide sulfurique et qu'on dégage simultanément de l'iode et de l'oxygène. La combinaison



traitée par l'eau se divise en acide sulfurique et en acide sous-hypoiodique qui se précipite; celui-ci, exposé à l'action d'une température de 130 à 150 degrés, abandonne de l'iode et se convertit finalement en acide hypoiodique.

L'acide hypoiodique qui, d'après les nombreuses analyses de Millon, correspond à l'acide hypochlorique, a l'aspect d'une poudre amorphe d'un jaune plus ou moins vif, décomposable par la chaleur de 170 à 180 degrés en iode et en acide iodique.

Il est insoluble dans l'eau froide qui ne l'altère pas, mais l'eau bouillante le décompose assez rapidement; il est également insoluble dans l'alcool. L'acide nitrique froid ne l'altère pas, et lui fait subir à chaud la même transformation que l'eau.

L'acide chlorhydrique le transforme promptement en chlorure d'iode et laisse dégager du chlore s'il est à l'état concentré.

Enfin les alcalis dissous dans l'eau le décomposent très-promptement en produisant des iodates.

Quant à l'acide sous-hypoiodique si voisin par sa constitution du précédent, il y touche, en outre, par toutes ses propriétés: même permanence à la lumière, à l'air sec et humide; modifications analogues par l'eau, l'alcool, les acides et les alcalis.

La formule, assez singulière en apparence qui représente cette dernière combinaison, disparaîtra si l'on veut lui faire, comme aux combinaisons du chlore, l'application du principe posé par M. Regnault, pour l'interprétation de certains groupements organiques.

En réduisant les combinaisons oxygénées de l'iode à un seul groupement qui peut se modifier par la substitution de 4 équivalent d'iode à 1 équivalent d'oxygène, et combinant

ensuite le groupement primitif au groupement ainsi modifié, on a, en effet, suivant Millon :

- Acide périodique. IO^7 , groupement primitif.
- iodeux? IO^6 , $I = 2 IO^3$, groupement modifié par substitution.
- iodique. $2 IO^5 = IO^7 + IO^3$.
- hypoiodique. $4 IO^4 = IO^7 + 3 IO^3$.
- sous-hypoiodique. $1^5O^{19} = IO^7 + 4 IO^3$.

Dans un travail intitulé : *Sur l'acide iodique libre et combiné*, Millon a fait connaître des résultats très-intéressants sur la préparation et les propriétés de l'acide iodique ainsi que sur la constitution des iodates.

Après avoir comparé tous les procédés qui ont été indiqués pour préparer l'acide iodique, Millon conseille de faire réagir l'iode sur le chlorate de potasse dissous dans l'eau et contenant quelques gouttes d'acide nitrique. Le chlore se dégage et l'iodate de potasse qui en résulte est converti en iodate de baryte que l'on décompose ensuite par l'acide sulfurique.

L'acide iodique ainsi obtenu cristallise s'il retient des traces d'acides sulfurique, nitrique ou chlorhydrique, mais lorsqu'il est chimiquement pur il ne cristallise plus; cet acide se trouve ainsi au nombre des corps chez lesquels la pureté, loin de favoriser la cristallisation, la contrarie.

L'acide iodique est en général monohydraté, mais si on l'expose à l'action de la chaleur, on observe qu'il abandonne son eau en deux temps distincts. Ainsi la première perte qui est complète à 130 degrés correspond exactement à $\frac{2}{3}$ d'équivalent, et c'est seulement à 170 degrés qu'il devient anhydre.

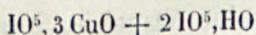
La préparation et les propriétés de l'acide iodique ont amené Millon à un examen approfondi des iodates dont l'histoire était alors à peine ébauchée; il neus suffira de faire

connaître sous une forme abrégée la composition de tous ces sels pour montrer l'importance du sujet abordé par ce chimiste.

Iodate de potasse.	IO^5, KO
Biiodate de potasse.	$IO^5, KO + IO^5, HO$
Triiodate de potasse	$IO^5, KO + 2 IO^5, HO$
	$IO^5, NaO + HO$
	$IO^5, NaO + 2 HO$
	$IO^5, NaO + 4 HO$
Iodate de soude.	$IO^5, NaO + 6 HO$
	$IO^5, NaO + 10 HO$
	$IO^5, NaO + 12 HO$
	$IO^5, NaO + 16 HO$
Iodate de magnésie.	$IO^5, MgO + 4 HO$
	IO^5, CaO
Iodate de chaux.	$IO^5, CaO + HO$
	$IO^5, CaO + 6 HO$
Iodate de baryte	$IO^5, BaO + HO$
Iodate de strontiane.	$IO^5, StO + HO$
Iodate d'argent.	IO^5, AgO
	$IO^5, CuO + 2 IO^5, HO$
Iodate de cuivre.	$IO^5, 3 CuO + 2 IO^5, HO$
	$IO^5, 6 CuO + 2 IO^5, HO$

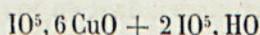
La composition des deux derniers iodates de cuivre diffère de celle des autres iodates ; mais Millon explique cette anomalie par la manière dont il les obtient. Pour ce chimiste, les oxydes, même ceux qui paraissent le moins aptes à produire des sels, tels que les oxydes métalliques anhydres et calcinés, peuvent cependant au contact des acides donner des combinaisons salines définies.

Or, si l'on traite par de l'acide iodique de l'oxyde de cuivre préparé à 100 degrés au sein de l'eau, on produit un iodate défini qui contient seulement $\frac{2}{3}$ d'équivalent d'eau, et que Millon considère comme un iodate acide semblable au tri-iodate de potasse, aussi le formule-t-il ainsi :



Si l'oxyde de cuivre a été préalablement calciné au rouge, on obtient un sel également défini qui est composé de 3 équivalents d'acide et d'un seul équivalent de base; mais cette base contiendrait 6 équivalents d'oxyde de cuivre superposés et contractés en un seul équivalent d'un oxyde tout différent.

Millon représente cet iodate par la formule :



Millon conclut de ses expériences sur les iodates de cuivre qu'une même base peut recevoir des modifications aussi profondes que celles qui ont été assignées à un même acide par M. Graham; ces modifications passent dans toutes les associations que la base contracte; et l'on reconnaîtra sans doute bientôt, ajoute-t-il, que l'oxygène et un métal, tout en demeurant unis dans les mêmes proportions, peuvent constituer des groupements assez différents pour que l'un soit éloigné de l'autre autant que l'oxyde de cuivre l'a été jusqu'ici de l'oxyde de plomb.

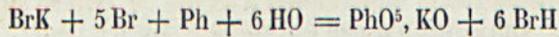
§ V. — Préparation des acides bromhydrique et iodhydrique, et du bichlorure d'hydrogène.

(1842.)

La préparation des acides bromhydrique et iodhydrique a été, de la part de Millon, l'objet d'expériences intéressantes.

Si l'on introduit, dans un ballon contenant un peu d'eau, du bromure de potassium, du brome et du phosphore, il se produit d'abord un bromure de phosphore qui, au contact de l'eau, se transforme presque aussitôt en acide bromhydrique et en acide phosphorique, mais ce dernier décompose

ensuite le bromure de potassium en acide bromhydrique et en phosphate de potasse. La réaction se représente, en effet, par l'équation :

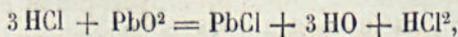


Lorsqu'on remplace le brome par l'iode et le bromure alcalin par l'iodure, on obtient, comme précédemment, un dégagement régulier et abondant de gaz acide iodhydrique; il faut seulement élever un peu la température.

Millon a recherché si le chlore ne pouvait former avec l'hydrogène un composé plus chloruré que l'acide chlorhydrique, et voici le résultat qu'il a obtenu.

Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique concentré sur de l'oxyde puce de plomb, à la température ordinaire, il se fait un dégagement de chlore abondant, et du chlorure de plomb se dépose; mais si l'acide, étant placé dans un tube de verre à minces parois, au milieu d'un mélange réfrigérant de glace et de sel marin, on y projette l'oxyde lentement et peu à peu, il ne se dégage plus de chlore, la liqueur prend une teinte d'un jaune foncé, et il se forme un dépôt abondant de chlorure de plomb.

Cette liqueur constitue une solution de bichlorure d'hydrogène qui se produit de la manière suivante :



Millon a cherché à séparer le bichlorure d'hydrogène de l'eau dans laquelle il se trouve dissous, mais toutes ses tentatives ont été infructueuses.

D'après ce chimiste, il existe aussi dans la solution de bichlorure d'hydrogène une certaine quantité de plomb qui

se sépare de la liqueur à l'état de bioxyde, lorsqu'on y ajoute une grande quantité d'eau ; Millon pense que le plomb se trouve là dans un état particulier de combinaison, où il constitue un bichlorure dont les éléments paraissent très-mobiles, mais qui n'a pas été signalé jusqu'à ce jour.

§ VI. — Mémoires sur le mercure et ses composés.

(1844-1846.)

Les différents travaux de Millon sur le mercure peuvent être considérés comme des modèles de la patience et de l'esprit inventif qui caractérisaient ce savant.

Parti de la purification du mercure lui-même, Millon a fait connaître, dans une série de mémoires de la plus haute importance, les principales combinaisons que forme ce métal avec l'oxygène, les acides et l'ammoniaque ; et à l'aide de théories qui reposent maintenant sur des faits parfaitement établis, il a pu assigner à certains composés mercuriels la place qu'ils doivent occuper dans nos classifications chimiques.

La distillation fractionnée du mercure a montré que si l'on recueillait séparément le métal qui s'est volatilisé au commencement de l'opération et celui qui s'est volatilisé en dernier lieu, on constatait sans peine dans ces deux portions une inégale volatilité. C'est que des quantités très-minimes de métaux étrangers possèdent le privilège de changer la volatilisation du mercure. Ainsi un dix-millième de plomb ou de zinc ajouté au mercure arrête presque entièrement la distillation. L'addition d'un millième d'or et même d'un dix-millième de ce métal n'apporte aucun changement à l'opération, mais le platine exerce une action inverse de celle du plomb et du zinc ; il accélère la dis-

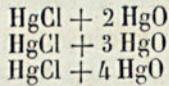
tillation, mais moins que le zinc et le plomb ne la retardent.

Le mode de dosage du mercure adopté par Millon pour l'analyse de tous les sels dont il a poursuivi l'étude est le même que celui de MM. Erdmann et Marchand : mais il remplace le gaz carbonique par le gaz hydrogène qui entraîne mieux les vapeurs mercurielles et celle de l'eau, et ensuite qui décompose mieux, à chaud, tous les composés mercuriels : c'est en se servant de ce procédé qu'il a déterminé l'équivalent du mercure, et il a constamment trouvé le nombre 1250,9.

Millon a constaté que le bioxyde de mercure précipité de ses dissolutions, soit à froid, soit à chaud, se présente avec deux aspects différents et qu'il est toujours anhydre ; il est jaune lorsqu'on décompose le bichlorure de mercure par la potasse ou la soude, et il est rouge lorsqu'on traite un oxydochlorure de mercure par une lessive alcaline. Au contact des acides, les oxydes présentent des différences d'un autre ordre ; ainsi l'oxyde jaune se combine immédiatement à froid avec l'acide oxalique, tandis que l'oxyde rouge résiste même si on le fait bouillir avec cet acide. Avec le bichlorure de mercure dissous dans l'alcool, l'oxyde jaune de mercure se convertit en oxydochlorure noir et l'oxyde rouge ne change pas d'aspect.

Les combinaisons que le bioxyde de mercure donnent avec le bichlorure de ce métal possèdent des couleurs aussi variées que les moyens qui servent à les préparer ; ainsi, selon que l'on fait intervenir les carbonates ou les bicarbonates alcalins, les chlorures d'oxydes et les hypochlorites, et les solutions de potasse, de soude, de chaux, de baryte et de strontiane, on précipite des oxydochlorures qui se montrent tour à tour rouges, pourpres, violets, bruns, noirs, jaunes, cristallisés ou amorphes. Malgré cette multiplicité

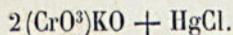
de couleurs et de formes, l'analyse n'y constate jamais que les trois oxydchlorures suivants :



Millon considère les diverses colorations des deux bioxydes de mercure et des oxydchlorures comme des exemples parfaits d'isomérisation minérale qui ne le cède en rien à l'isomérisation organique.

On savait depuis longtemps que le bichlorure de mercure n'était pas précipité par le bichromate de potasse, mais aucune analyse n'avait indiqué la nature de la combinaison qui se produit dans cette circonstance ; cette lacune a été comblée par Millon.

Si l'on fait un mélange à équivalents égaux de bichromate de potasse et de bichlorure de mercure dissous dans l'eau bouillante, on obtient par le refroidissement des cristaux d'un beau rouge qui possèdent la composition suivante :



Le bichlorure de mercure possède la remarquable propriété de résister à l'effet général des acides énergiques (acides sulfurique et nitrique) qui agissent toujours sur les éléments des chlorures dissous, en prenant la base et en éliminant l'acide chlorhydrique. Mais s'il résiste aux sollicitations de l'affinité, dans le sens où elles s'exercent ordinairement, il y cède par un contraste bien remarquable, dans un sens où il est rare que l'affinité des chlorures se développe. L'action de l'iode sur le bichlorure de mercure signale très-clairement cette disposition spéciale du chlore et

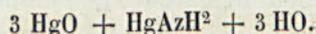
du mercure combinés. Au sein de l'eau et de l'alcool, l'iode déplace, en réalité, le chlore en formant du chlorure d'iode et du biiodure de mercure. Il faut ajouter néanmoins que l'affinité de l'iode pour le mercure ne l'emporte plus sur celle du chlore, dès qu'on abandonne les dissolvants; ainsi, dans une atmosphère de chlore, si ce dernier est en grand excès, le biiodure de mercure est entièrement converti en bichlorure.

Millon a étudié ensuite les sels de bioxyde de mercure les plus usuels, puis ceux qui contiennent un acide dont la série saline est le mieux connue; voici les formules qui représentent ces combinaisons :

Nitrate bimercurique liquide. . .	$AzO^5 + HgO + 2HO$
Nitrate bimercurique acide. . . .	$AzO^5 + HgO + \frac{HO}{2}$
ou bien.	$AzO^5 + 2HgO + AzO^5, HO$
Nitrate bimercurique monohydraté	$AzO^5 + 2HgO + HO$
Nitrate trimercurique monohydraté.	$AzO^5 + 3HgO + HO$
Chromate trimercurique.	$CrO^3 + 3HgO$
Chromate quadrimercurique. . . .	$CrO^3 + 4HgO$
Iodate mercurique.	$IO^5 + HgO$
Carbonate trimercurique.	$CO^2 + 3HgO$
Carbonate quadrimercurique. . . .	$CO^2 + 4HgO$
Oxalate mercurique.	$C^2O^3 + 2HgO + C^2O^3, HO$
Acétate mercurique	$C^4H^3O^3 + 2HgO + C^4H^4O^4$

A l'époque où Millon exécutait son remarquable travail sur le mercure, l'histoire des combinaisons que les sels mercuriques produisent avec l'ammoniaque était à peine ébauchée. Il a eu, le premier, l'idée de rattacher tous ces composés à ceux que les sels de platine forment avec l'ammoniaque, c'est-à-dire à des sels contenant une base complexe représentée par 4 équivalents de bioxyde de mercure et 1 équivalent d'ammoniaque; ainsi, pour Millon, les sels mercuriques ammoniacaux renferment tous un oxyde

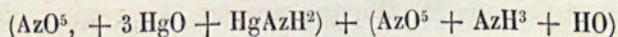
ammonio-mercurique qu'il a pu isoler, combiner directement ou indirectement avec les acides même les plus faibles et auquel il a assigné la formule :



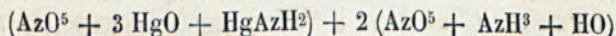
Millon est arrivé à construire la série suivante qui comprend les combinaisons qu'il a étudiées :

Base hydratée.	$3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2 + \text{HO} + 2 \text{ HO}$
Base déshydratée au-dessus de l'acide sulfurique.	$3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2 + \text{HO}$
Base anhydre à 130 degrés.	$3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Carbonate.	$\text{CO}^2 + 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2 + \text{HO}$
Carbonate chauffé à 135 degrés.	$\text{CO}^2 - 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Oxalate	$\text{C}^2\text{O}^3 + 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Sulfate	$\text{SO}^3 + 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Nitrate	$\text{AzO}^5 + 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2 + \text{HO}$
Bromate.	$\text{BrO}^5 + 3 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Chlorure.	$\text{ClHg} + 2 \text{ HgO} + \text{HgAzH}^2$
Iodure	$\text{IHg} + 2 \text{ HgO} + \text{HgAz} + \text{H}^2$

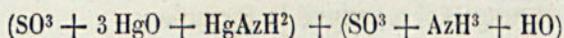
Cet arrangement permet, on le voit, de disposer avec régularité des formules les plus anormales des produits ammonio-mercuriels. Parmi ceux qui ne se laissent pas représenter simplement par un sel de la base nouvelle, il en est quelques-uns qui peuvent être considérés comme des sels doubles formés d'un sel ammonio-mercuriel, combiné à un sel d'ammoniaque. On reconnaît, en effet, par l'expérience directe, que le bioxyde de mercure ammoniacal et les sels qu'il forme, se dissolvent très-bien dans plusieurs sels ammoniacaux, et notamment le sulfate, le nitrate et l'hydrochlorate. Ainsi un des nitrates doubles, obtenus par Mitscherlich, a pour formule :



l'autre nitrate a pour composition :



En traitant le sulfate de bioxyde de mercure par l'ammoniaque, on obtient un sel double qui a pour formule :



Les règles de nomenclature et d'arrangement symbolique que Millon propose pour les sels mercuriels sont basées sur les données théoriques suivantes :

I. Plusieurs molécules d'un même oxyde métallique, tel que la magnésie, les oxydes de cuivre, de plomb et de mercure, se groupent 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4, 6 à 6, etc., dans les combinaisons salines, et leur somme, traduite en valeur d'équivalent, représente toujours l'unité.

II. Ces équivalents multiples prennent le nom d'équivalents polyatomiques : 2 molécules réunies constituent les équivalents biatomiques; 3 molécules, les équivalents triatomiques; 4 molécules, les équivalents quadriatomiques

III. Un oxyde polyatomique forme tantôt un sel neutre, tantôt un sel acide, souvent l'un et l'autre.

IV. Dans les sels neutres, à base polyatomique, l'acide a pu entrer en combinaison, en conservant sa constitution hydrique.

V. Dans les sels acides, à base polyatomique, le second équivalent acide fait pénétrer d'ordinaire avec lui un de ses degrés d'hydratation.

Depuis l'époque où Millon a écrit ces lignes, la théorie des oxydes et des acides polyatomiques a reçu, dans quelques circonstances une confirmation complète; on sait, par exemple, que M. Wurtz a proposé, le premier, de désigner sous le nom d'alcools diatomiques les glycols qui possèdent un pouvoir de combinaison double de celui de l'alcool ordinaire. C'est donc à Millon que le langage chimique

est redevable de ce mode de représenter, par un seul mot, le pouvoir de combinaison de tous les corps entre eux.

§ VII. — Mémoires sur le cuivre et ses composés.

(En collaboration avec M. Commaille.)

(1863.)

Ce que Millon avait fait pour le chlore, l'iode et le mercure, il entreprit de le faire pour un métal qui lui promettait une ample moisson d'observations très-intéressantes : nous voulons parler du cuivre.

Les recherches sur le cuivre ont été entreprises en collaboration avec M. Commaille et au laboratoire de Millon, à Alger, pendant le cours de ces dernières années.

Ces travaux, consignés dans plusieurs mémoires, comprennent l'histoire chimique du cuivre, au point de vue de sa purification, de son dosage et de son équivalent ; de la production de ses protosels et en particulier du protochlorure ; de l'action réciproque de ces mêmes protosels et des sels d'argent en présence de l'ammoniaque ; de la composition du protoxyde et des sulfites de cuivre ; et enfin de la réduction du bichlorure de platine par le protochlorure de cuivre, à la faveur de l'ammoniaque.

Le cuivre et ses sels contiennent très-fréquemment une petite quantité de fer.

Il est aussi très-ordinaire d'y rencontrer un peu d'arsenic et de zinc. Le cuivre déposé sous l'influence du courant électrique n'est pas complètement exempt d'impuretés.

Millon et M. Commaille ont cherché un procédé pour obtenir le cuivre chimiquement pur. Pour cela, le cuivre à purifier est attaqué à chaud par l'acide sulfurique du com-

merce, étendu de la moitié de son volume d'eau (il importe peu que l'acide soit impur).

Tout l'arsenic, qu'il provienne du métal ou de l'acide, se précipite et se retrouve dans une poudre noire, décrite comme un oxysulfure de cuivre, complètement inattaquable par l'acide sulfurique.

Le sulfate de cuivre est recueilli, puis décomposé, au sein d'une dissolution acide, par la pile. Le métal est recueilli en lames minces sur une feuille de platine.

Le cuivre ainsi obtenu est parfaitement pur. Le moyen suivant permet de s'en assurer d'une façon fort élégante.

On fait une dissolution concentrée de chlorure de cuivre ammoniacal avec une petite portion du cuivre purifié, puis on y plonge d'autres lames du même métal.

La dissolution bleue se décolore peu à peu, et si le cuivre est réellement pur, il ne se forme aucun dépôt; s'il n'en est point ainsi, il se dépose une certaine quantité de protoxyde de cuivre entraînant le fer et le zinc, si faible qu'en soit la quantité.

L'acide oxalique et l'acide tartrique empêchent cette élimination du fer et du zinc.

Notons, en passant, l'importance de l'addition d'un demi-volume d'eau à l'acide sulfurique, qui permet d'obtenir l'acide sulfureux avec aisance et sans réaction tumultueuse, comme si l'on préparait de l'hydrogène sulfuré.

Millon et M. Commaille ont trouvé qu'en dosant le cuivre par précipitation, par la potasse et calcination, l'oxydation du métal reste toujours au-dessous de CuO (Cu ayant été partiellement réduit par le papier du filtre), et qu'en réoxydant ensuite par AzO^{B} et calcinant, les vapeurs rutilantes entraînent de l'oxyde de cuivre. Le dosage est faible.

Ces chimistes préfèrent obtenir le cuivre à l'état de mé-

tal. Pour cela, ils précipitent le bioxyde de cuivre par la potasse. Le précipité est lavé, séché et brûlé avec le filtre, puis le résidu est versé dans une nacelle de platine, et la réduction est opérée par un courant d'hydrogène pur.

En combinant ce mode d'analyse avec celui par la précipitation de l'argent, ils ont trouvé que l'oxydure rouge, provenant de l'action du sucre sur l'acétate de cuivre, contenait toujours 2 pour 100 de bioxyde de cuivre et un peu de matière organique. Cependant ils sont arrivés à l'oxyde rouge pur ; mais seulement, en réduisant une dissolution de sulfate de cuivre bouillante, fortement additionnée d'acide tartrique et de potasse caustique, par le sucre interverti à l'aide de la levûre de bière.

Quant à l'hydrate jaune de cuivre, quel que soit le moyen employé pour sa préparation, il renferme toujours au moins 4 pour 100 de bioxyde.

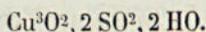
De ces recherches, il résulte encore que le carbonate de protoxyde de cuivre n'a jamais été obtenu.

En opérant sur du cuivre pur, préparé comme il a été dit dans une autre note, et en réduisant l'oxyde noir, qui provenait de ce cuivre par l'hydrogène, pesant le métal et l'eau produite, Millon et M. Commaille ont trouvé, comme résultat de nombres très-concordants, que l'équivalent de ce métal est de 394,55.

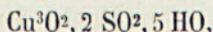
1° *Sulfites de cuivre.* — Millon et M. Commaille reprennent, avec les nouveaux procédés d'analyse qu'ils ont fait connaître pour les protosels de cuivre, l'étude des sulfites, étudiés par M. Péan de Saint-Gilles et autres, et dont la base Cu^3O^2 contient 1 équivalent d'oxyde CuO et 1 équivalent d'oxydure Cu^2O .

Ils démontrent d'abord que, par les procédés employés pour la préparation de ces corps, il y a toujours interposi-

tion d'une certaine quantité de bioxyde ; cependant ils sont arrivés facilement à la préparation d'un sel pur. Il suffit, quand on a saturé la dissolution d'acétate de cuivre d'acide sulfureux, de laisser la réaction se faire spontanément. Les cristaux rouges qui prennent naissance sont exactement représentés par



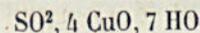
Quant au sel jaune, auquel M. Péan de Saint-Gilles donne la formule



Millon et M. Commaille ont trouvé, pour diverses préparations, 7,60, 11,66 et 19,72 de cuivre à l'état de protosel, au lieu de 28,78 qu'exige la formule.

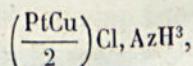
En saturant de l'alcool par de l'acide sulfureux, puis y projetant du bioxyde de cuivre, Millon et M. Commaille ont obtenu un sulfite de cuivre nouveau, dans lequel le métal devient quadriatomique, malgré l'excès d'acide réagissant.

Ce nouveau sel, insoluble, a pour formule :



2° *Chlorure de platine et de cuivre ammoniacal.* — Quand on verse du bichlorure de platine (PtCl_2) dans une solution très-ammoniacale saturée de protochlorure de cuivre, on obtient un précipité cristallisé en longs prismes microscopiques, violets, très-stables quand ils sont secs, insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, et où les réactions des métaux sont complètement masquées.

Ces cristaux sont représentés par



soit le chlorure de cuivre ammoniacal ($\text{CuCl}, \text{AzH}^3$) de R. Kane, combiné au chlorure de platine ammoniacal ($\text{PtCl}, \text{AzH}^3$) de Magnus.

C'est le premier exemple d'un chlorure ammoniacal bimétallique.

La potasse bouillante transforme ce corps en un produit brun où les métaux sont oxydés. L'ammoniaque bouillante, agissant à l'abri de l'air, finit par donner une liqueur où l'on retrouve la base de M. Reiset, $\text{PtCl}, 2 \text{AzH}^3$.

Millon et M. Commaille, avant d'étudier l'action des protosels de cuivre sur les sels d'argent dissous les uns et les autres dans une liqueur saturée d'ammoniaque, décrivent la production des protosels de cuivre par l'action du cuivre métallique sur la dissolution ammoniacale des bisels de ce métal, et le peu de stabilité de quelques-uns des protosels, obtenus ainsi, en présence des liquides acides. Ils insistent sur la préparation du protochlorure à l'aide du bichlorure, dissous dans l'ammoniaque ou l'acide chlorhydrique et le cuivre métallique.

Si, dans cette préparation, on emploie l'ammoniaque, c'est celle qui marque 21 degrés à l'aréomètre de Cartier qui donne la solution cuivreuse la plus concentrée; elle peut contenir jusqu'à 139^{gr},8 de métal, à l'état de protochlorure, par litre de solution.

Quand on verse, dans une dissolution ammoniacale de protochlorure de cuivre, une dissolution également ammoniacale de nitrate d'argent, il se fait immédiatement un précipité d'argent pur, dans un état de division extrême. Cette réaction s'opère, entre les principes réagissants, dans la proportion même de l'équivalent chimique; et l'on peut, en pesant l'argent, déterminer exactement la quantité d'oxy-

dule de cuivre engagé dans la réaction, que le protosel soit pur ou mélangé de bisel.

C'est là un *procédé rigoureux et entièrement nouveau*, pourvu qu'on évite le contact de l'air, d'analyser un mélange de protosel et de bisel de cuivre.

C'est aussi un excellent moyen de doser à l'état de métal les composés argentiques, et cela avec une grande célérité et une exactitude toute particulière.

Millon et M. Commaille ont pu ainsi donner la formule exacte de quelques composés de cuivre, erronée ou inconnue jusqu'alors.

Quand il s'agit de doser le cuivre, on doit employer un excès de sel d'argent ; et un excès de protosel de cuivre, quand on analyse un sel d'argent.

Millon et M. Commaille terminent ce mémoire en indiquant le poids de chlorure d'argent qu'on peut dissoudre dans l'ammoniaque à divers degrés de concentration. Ils ont trouvé que ce poids maximum correspondait à 58 grammes de métal (correspondant à 32 grammes de cuivre) par litre d'ammoniaque à 22 degrés.

§ VIII. — Essai de l'étain employé aux usages économiques et domestiques.

(En collaboration avec M. Morin.)

(1862.)

Le procédé analytique employé pour connaître la composition soit des ustensiles d'étain massif, soit de la couche mince d'étain dont on recouvre d'autres métaux, notamment le cuivre et le fer, exige une quantité de matière variant de 15 à 20 grammes, mais tous les chimistes savent qu'il n'est pas toujours facile de se procurer par le grattage d'une surface étamée une proportion aussi forte d'alliage.

Millon, frappé de ce grave inconvénient, a entrepris avec l'un de ses élèves, M. Morin, des expériences qui lèvent cette difficulté.

A l'aide du nouveau procédé que Millon et M. Morin ont fait connaître, l'analyse d'un étain quelconque peut se faire avec 4 gramme au plus de substance. Ces chimistes ne laissent cependant pas ignorer que leur méthode n'est point *absolue*, et qu'il faudrait bien se garder d'y recourir dans tous les cas d'analyse où l'on se propose de doser les métaux que renferme l'étain domestique : leur procédé est simplement *relatif* à la composition habituelle de l'alliage employé à l'étamage ou à la confection des ustensiles.

Les premiers résultats de ces recherches ont déjà conduit l'atelier militaire d'Alger à recourir plus hardiment à l'emploi de l'étain fin ; on a obtenu de bons résultats sur les ustensiles de fer, pour lesquels l'alliage de plomb à haute dose était recommandé et même jugé indispensable ; le travail n'en a pas souffert ; toutes les présomptions sont en faveur de la durée ; quant à l'hygiène, il y a tout bénéfice, et ce point suffirait à trancher la question.

§ IX. — Propriétés nouvelles du charbon de bois.

(1860.)

Lorsqu'on chauffe du bois (aulne, chêne, abricotier) dans un appareil distillatoire à $+320$ degrés et qu'on maintient cette température tant qu'il passe des gaz ou des liquides la distillation, on obtient, comme résidu, une matière noire, qui a toutes les apparences du charbon de bois, mais qui est très-altérable par les solutions alcalines, même ne contenant que quelques millièmes de carbonate de potasse ou de soude.

Cependant la lessive alcaline, froide ou bouillante, est absolument inactive quand on a soin d'opérer à l'abri de l'air, tandis qu'elle se colore rapidement si l'ébullition a lieu dans un vase ouvert. On peut, du reste, dans ce dernier cas, renouveler jusqu'à vingt fois la solution alcaline et obtenir des liquides également colorés.

Le charbon, obtenu à +320 degrés, est énergiquement attaqué par la potasse caustique en fusion, qui le rend soluble en partie dans l'eau bouillante. Le résidu, insoluble dans l'eau, se dissout aisément dans les alcalis fixes et l'ammoniaque.

Le bois a donc été converti en produits analogues aux composés humiques.

Le charbon de bois calciné jusqu'au rouge ne donne rien de semblable.

Le charbon domestique est un mélange de charbon attaqué par les alcalis et de charbon inattaqué. Il en est de même du noir animal.

Ces recherches furent faites en vue de la nitrification dont nous allons nous occuper maintenant.

§ X. — De la nitrification en Algérie.

(1860-1864.)

Les expériences que Millon a faites pour expliquer la théorie de la formation du sel de nitre en Algérie sont basées d'abord sur ce fait, que les eaux potables de notre colonie contiennent toujours du nitre et souvent en proportion considérable, et ensuite sur l'étude des terres à salpêtre que l'administration de la guerre exploite dans l'oasis de Biskra.

Ces terres contiennent constamment des débris végétaux (palmiers) à demi calcinés, et c'est pour arriver à un mé-

lange factice analogue que Millon fit ses recherches sur le charbon de bois.

Pour obtenir la production du nitre, Millon a employé des sols extrêmement variés, où il fit entrer la brique pilée, le charbon, les os calcinés, les cendres, le sulfate de chaux, l'oxyde de fer, le sable, la silice, la terre arable, etc.

Après de nombreux tâtonnements, il vit qu'il fallait les conditions suivantes, qui sont toutes indispensables :

- 1° Un sol ou support solide, mais perméable, des substances destinées à réagir;
- 2° Un carbonate alcalin ou mieux un mélange de carbonates alcalin et terreux;
- 3° Un principe humique (provenant du charbon, du terreau, etc.);
- 4° Un sel ammoniacal;

Et avec cela de l'eau, de l'air et du soleil.

Dans ces conditions, le nitre ne tarde pas à apparaître.

On comprend dès lors comment certains charbons, exposés à l'air, peuvent produire du salpêtre.

On voit aussi que les matières utiles sont le dernier résidu de toute destruction animale ou végétale, le *caput mortuum* du règne organique.

Dans la production du salpêtre, celui-ci se rassemble dans les couches les plus superficielles : le sel grimpe.

Ce qui augmente encore la proportion du nitre, dans la surface en contact avec l'air, c'est le nitrate d'ammoniaque atmosphérique, entraîné par les rosées et les pluies, si abondantes, mais à de si longs intervalles, dans les pays chauds. Il ne faut pas oublier que Millon expérimentait à Alger.

Il s'est assuré, du reste, par des dosages, de la quantité d'azotate d'ammoniaque que renferment, à Alger, l'eau de

pluie, la rosée, ou l'eau qui se condense sur les parois d'un vase de verre fortement refroidi.

En somme, pour qu'il se produise du nitre dans le sol, il faut et il suffit d'un mélange de carbonate alcalin, d'acide humique, d'ammoniaque et d'eau, influencé par des circonstances atmosphériques convenables.

L'azote de l'acide nitrique ne vient pas de l'air par oxydation directe, mais bien de l'ammoniaque.

Dans un second mémoire, Millon donne la théorie des expériences qu'il a fait connaître précédemment.

La substance dont la nécessité ne s'explique pas dans la production du salpêtre est le principe humique. Quel est son rôle et à quoi sert-il entre l'alcali fixe et l'alcali volatil, lorsque ce dernier s'oxyde à l'air en fournissant l'azote, élément essentiel du nitre?

Voici comment les choses se passent : l'humate alcalin, qui prend naissance par le mélange des matériaux nécessaires, absorbe énergiquement l'oxygène de l'air ; et cette oxydation de l'acide humique est la cause même de l'oxydation de l'ammoniaque. — C'est une influence de voisinage : ce que Millon a désigné sous le nom d'*oxydation par entraînement*.

L'humus n'est pas le seul corps qui puisse produire ce résultat à l'égard de l'ammoniaque, car, pour confirmer sa théorie, Millon est parvenu à brûler l'ammoniaque et à transformer cet alcali en acide nitrique, par l'oxydation simultanée et spontanée du phosphore, du cuivre, du fer.

Ces expériences, extrêmement intéressantes, ne laissent aucun doute à ce sujet.

Millon n'a jamais pu oxyder à froid l'ammoniaque par le peroxyde de fer, quoiqu'on ait basé sur cette oxydation une théorie de la nitrification.

Par une coïncidence des plus remarquables, pendant que Millon se livrait à l'étude de la nitrification en Algérie, M. Boussingault exécutait des expériences semblables sur la formation du salpêtre dans la nitrière de Tacunga (Amérique du Sud), et ces deux savants communiquaient, le même jour à l'Académie des sciences, des résultats qui étaient absolument identiques.

§ XI. — Combustion du sulfure de carbone par l'air froid.

(1860.)

Si, dans un ballon de 8 à 10 litres, rempli d'air et dont les parois sont mouillées, on fait tomber quelques gouttes de sulfure de carbone et si, au milieu de ce ballon, on suspend un mélange propre à dégager de l'ammoniaque, on voit bientôt apparaître un nuage blanc.

Comme le sulfure de carbone a peu d'affinité pour l'eau et point pour l'ammoniaque, il est évident qu'il se produit des corps nouveaux. On a reconnu, en effet, que ces derniers sont fort nombreux, mais il faut signaler surtout le sulfocyanhydrate d'ammoniaque.

Quelque chose d'analogue se passerait-il dans la formation des brouillards et des nuages ?

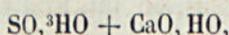
Millon avait déjà observé depuis longtemps qu'une petite quantité d'une solution aqueuse d'acide chloreux (gaz qu'il a découvert), versée dans un grand ballon, répandait des vapeurs tellement abondantes que l'intérieur en était obscurci.

§ XII. — Déshydratation du sulfate de chaux.

(1847.)

Millon était d'avis que les sels hydratés, exposés à l'action de la chaleur, abandonnaient à des températures spéciales des proportions d'eau qui pouvaient être traduites en équivalents : c'est sous l'empire de cette idée qu'il entreprit des recherches sur l'hydratation du sulfate de chaux et la déshydratation fractionnée de ce sel.

Suivant M. Graham, le sulfate de chaux qui contient toujours deux équivalents d'eau, et que l'on peut représenter ainsi :



exposé à l'action de la chaleur, ne perd rien à 100 degrés et devient anhydre à 130 degrés.

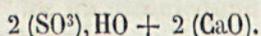
Les expériences de Millon apportent des changements notables à cette indication. D'après lui, le sulfate de chaux, quels que fussent sa forme, son origine et son mode de formation, a constamment supporté une première perte variant de 15 à 17 pour 100. Cette quantité représente 1 équivalent d'eau et demi. Son élimination est parfaitement tranchée et ne peut se confondre avec la perte d'eau totale qui varie de 20 à 22 pour 100, et correspondant à 2 équivalents d'eau.

Pour Millon, tous les sulfates de chaux naturels (sulfate de chaux de Montmartre, sulfate fibreux, albâtre de Volter, gypse en neige, gypse prismatique d'Amérique) et le sulfate de chaux artificiel cristallisé dans l'acide chlorhydrique retiennent leur eau d'hydratation à 86 degrés et ne la perdent que de 105 à 110 degrés.

Le sulfate de chaux artificiel, au contraire, lorsqu'il est

précipité à froid ou à chaud, perd les $\frac{3}{4}$ de son eau d'hydratation à la température de 80 à 85 degrés. Le plâtre gâché se déshydrate aussi à cette température inférieure.

On voit, d'après cela, que tous les sulfates de chaux supportent une perte d'eau fractionnée et que le second état d'hydratation doit s'exprimer ainsi :



Le dernier quart d'eau d'hydratation ne s'enlève que très-lentement si l'on ne porte point la chaleur jusqu'au voisinage de 200 à 300 degrés; à 125 et 145 degrés, on ne sépare que des traces d'eau en plusieurs heures. Cette résistance, dit Millon, est certainement très-favorable à la cuisson du plâtre destiné aux constructions; elle prévient, même avec une température un peu forte, la déshydratation complète, après laquelle le plâtre ne se gâche plus.

§ XIII. — Extraction des sels contenus dans les eaux de Bourbonne-les-Bains, au point de vue thérapeutique.

(1866.)

Millon était allé, à plusieurs reprises différentes, demander aux eaux minérales de Bourbonne le bienfait de ses sources thermales : il avait une confiance réelle dans le traitement qu'il y suivait, et il nous a été donné de voir, en effet, qu'après chaque saison, sa santé paraissait s'être notablement améliorée.

Lors d'un dernier voyage qu'il fit, en 1866, à cette station thermale, il entreprit avec M. Bompard, pharmacien distingué de Bourbonne, de nombreuses expériences pour obtenir à l'état solide tous les sels contenus dans ces eaux minérales, qu'il voulait substituer au sel de cuisine ordinaire comme un condiment médicamenteux.

Voici, du reste, le travail inédit que Millon avait rédigé

sur ce sujet, mais que des circonstances particulières ne lui avaient pas encore permis de publier.

« Il existe peu d'eaux minérales mieux caractérisées que celles de Bourbonne; leur thermalité variable de 50 degrés à 65 degrés est suffisante pour l'installation des étuves et bien supérieure à la température des bains et des douches; leur débit jauge, à la température du sol, un volume de 420 mètres cubes, et si l'on puise l'eau à 4 mètre et demi au-dessous de ce niveau, leur volume est facilement doublé; leur salure, quoi qu'on en ait dit, est franche et agréable, et la proportion prédominante du sel marin, environ 6 grammes sur 7^{gr},5 de résidu total par litre, les classe, sans contestation, parmi les eaux salées.

» La strontiane, la lithine, l'acide borique, l'iode, l'arsenic et le cuivre y figurent pour une quantité tellement minime que l'homœopathie seule oserait en invoquer les effets; mais la présence du fer, du manganèse, du potassium, de la silice et surtout des bromures, à dose très-appreciable, contribue certainement à les enrichir.

» Quant à la découverte si récente des sels de césium et de rubidium, métaux qui viennent eux-mêmes d'apparaître parmi les éléments chimiques et qui semblent jusqu'ici plus abondants dans les eaux de Bourbonne que partout ailleurs, il est impossible d'établir aujourd'hui leur juste part d'efficacité, mais il ne serait pas rationnel non plus de les croire étrangers ou indifférents à cette action sérieuse des bains de Bourbonne dont restent frappés tous ceux qui en observent les vertus thérapeutiques.

» Malgré un rang aussi distingué parmi les eaux minérales, ces eaux n'ont pas encore trouvé, dans la consommation médicale, certaines applications pour lesquelles elles rivaliseraient avec les eaux qui répandent au loin tous les bienfaits de leur usage.

« Ainsi on expédie peu les eaux de Bourbonne comme boisson, ce qui se conçoit, si l'on considère qu'à la source même ce mode d'administration est assez restreint; mais les sels de nature si variée qui entrent dans la composition de l'eau ne s'administrent pas et ne s'expédient pas du tout, on ne les emploie pas à confectionner des pastilles, analogues à celles que Vichy fabrique en si grande quantité. Plusieurs tentatives faites dans cette direction n'ont produit que des résultats infructueux; ainsi des pastilles qui ont le volume et la blancheur des pastilles de Vichy, confectionnées par M. Bompert, l'un des pharmaciens les plus soigneux de la localité, de l'aveu même de leur auteur, ont été repoussées par les malades qui avaient le plus d'intérêt à en user.

» Il fallait donc chercher et découvrir la forme et le mode d'administration compatibles avec la nature des sels si remarquables qui entrent dans la composition des eaux.

» L'évaporation jusqu'à siccité, conduite avec des ménagements particuliers, produit un sel très-blanc dont la saveur est si franche, si exempte de tout arrière-goût, qu'on le substitue, avec succès, au meilleur sel marin, dans la cuisine la plus délicate et sur la table la mieux servie.

» L'expérience en a été faite; le sel de Bourbonne, de l'avis unanime des consommateurs, constitue un sel excellent, préféré par la plupart d'entre eux au sel ordinaire; c'est en même temps un condiment médicamenteux qui, malgré la nouveauté de son origine et de son application, constituera désormais un des meilleurs éléments de l'action des eaux.

» Il est facile de démontrer combien cette destination spéciale correspond à la nature intime des eaux et des sels.

» D'abord les principes contenus dans l'eau de Bourbonne se retrouvent tous dans le résidu salin; leur proportion et

leur constitution y sont intactes. Voyons maintenant combien il y a peu d'eaux qui puissent se comporter de la même manière : toutes les eaux sulfureuses et bicarbonatées sont décomposées par l'ébullition ; dans les pastilles de Vichy, les sels insolubles qui se déposent, par l'évaporation, sont séparés des sels solubles et ceux-ci contribuent seuls à la confection des pastilles et sels de Vichy. Quant aux eaux salées, personne n'oserait, à coup sûr, incorporer du sulfate de soude ou de magnésie aux préparations culinaires, ces sels fussent-ils retirés des eaux de Pulna ou de Seidlitz. Que l'on prenne même des eaux dont la salure est due au sel marin, par exemple celles de Salins ou de Nauheim, qui contiennent jusqu'à 27^{gr},4 et même jusqu'à 35 grammes, de sel marin, par litre d'eau naturelle, et l'on comprendra combien il serait difficile de communiquer aux aliments les qualités médicamenteuses d'une quantité d'eau un peu notable. La consommation habituelle de sel marin, dans nos usages domestiques est de 18 grammes par individu et par jour, on ne pourrait donc, avec les deux eaux précédentes, faire entrer plus d'un demi-litre d'eau, dans la consommation d'un jour. Il est vrai qu'on peut évaporer ces eaux, séparer, par concentration, la plus grande partie du sel marin et admettre que les principes actifs se sont rassemblés dans les eaux mêmes ; c'est ce qui se pratique à Salins et à Kreuznach, pour l'administration des bains et des douches ; mais la dessiccation de ces eaux-mères ne saurait fournir que des sels, en grande partie déliquescents, et dont l'aspect et le goût seraient loin d'être attrayants.

» Ce qui rend le sel de Bourbonne éminemment propre à cette double destination de médicament et de condiment, c'est que les eaux satisfont, par une constitution vraiment spéciale, à toutes les conditions du problème ; ainsi le sel qu'on extrait est blanc, facile à conserver, de saveur agréa-

ble et en proportion telle qu'on peut faire pénétrer, dans l'alimentation d'un jour, les principes actifs contenus dans deux et même trois litres d'eau naturelle. En effet, les sels qu'on extrait d'un litre d'eau de Bourbonne, pesant 7^{gr},5, deux litres et demi d'eau fournissent l'équivalent du sel marin que chaque individu incorpore aux éléments d'un jour. Par un rapprochement singulier, cette quantité de sel, 7^{gr},5, que contient un litre d'eau de Bourbonne, diffère peu de celle qu'un litre d'eau de Vichy fait entrer dans les pastilles. Mais, ne l'oublions pas, le sel de Bourbonne renferme, sans la moindre perte, tous les éléments minéralisateurs de l'eau thermale. Aujourd'hui, mise en face de ce nouveau produit et de ce nouveau mode d'administration, la thérapeutique n'a pas à se prononcer sur un groupement de sels d'origine, de composition et de propriétés plus ou moins connues; c'est l'eau même, l'eau tout entière qui livre à l'assimilation la plus facile tous les principes qu'elle contient. »

CHAPITRE II.

CHIMIE ORGANIQUE.

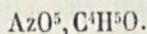
§ I. — De l'action de l'acide nitrique sur l'alcool;
préparation de l'éther nitrique.

(1843.)

Les tentatives nombreuses qu'on avait faites pour combiner l'acide nitrique à l'oxyde d'éthyle avaient été toujours infructueuses. C'était une lacune toute particulière au milieu de la série si étendue des éthers composés ; et l'absence de cette combinaison était devenue plus remarquable depuis la découverte du nitrate de méthylène.

L'influence que l'acide nitreux mêlé à l'acide nitrique exerce sur le mode d'oxydation des métaux, a fait supposer à Millon que la production de l'acide nitreux pouvait également modifier l'oxydation des substances organiques par l'acide nitrique. Il est arrivé en effet à changer complètement l'action de l'acide nitrique sur l'alcool, en prévenant la production de l'acide nitreux. Ce chimiste a trouvé qu'il suffisait pour cela d'ajouter un peu de nitrate d'urée, au mélange d'acide et d'alcool ; alors on obtient, à feu nu, une distillation calme et régulière, au lieu du dégagement tumultueux qui avait caractérisé jusqu'ici l'action de l'acide nitrique sur l'alcool ; et les produits nombreux parmi lesquels dominait l'éther nitreux, sont remplacés par un seul produit nouveau, l'éther nitrique, qui passe dans le récipient accompagné d'eau et d'alcool.

La formule de l'éther nitrique s'exprime par



L'intervention du nitrate d'urée dans la production de

l'éther nitrique s'explique par la réaction de l'urée sur l'acide nitreux ; ces deux corps se détruisent en produisant des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique, de sorte que la présence de l'urée prévient la formation de l'acide nitreux.

La tendance primitive de l'acide nitrique dans son action sur l'alcool est celle de tous les acides volatils, à savoir, la production d'un éther composé ; mais l'éther nitrique vient-il à se détruire, ou bien sa formation s'accompagne-t-elle de la moindre production d'acide nitreux, aussitôt celui-ci entame une action nouvelle, et, pour peu qu'il s'ensuive une élévation de température, on comprend les actions multiples qui peuvent s'entre-croiser au sein de deux liquides tels que l'alcool et l'acide nitrique.

Ainsi, dit Millon, ce n'est que du moment où l'acide nitreux se mêle à l'acide nitrique qu'il développe, outre les éléments de l'alcool, les transformations qu'on a l'habitude d'attribuer à l'acide nitrique seul. On peut même dire que ce dernier n'est plus la seule cause, ni même la cause directe de cette réaction tumultueuse, et n'agit plus en quelque sorte que comme source d'acide nitreux. En un mot, il en est de l'alcool comme des métaux à l'égard de l'acide nitrique et de l'eau régale. On se trouve là en présence de réactions mixtes dont il convient de distinguer soigneusement tous les termes et toutes les phases.

Nous ne pouvons nous empêcher de rappeler ici que c'est en s'inspirant de ces observations que, quatre années plus tard, M. W. Hofmann a découvert le nitrate d'amylène qui avait échappé, jusqu'alors, à la sagacité des chimistes ; et enfin que c'est par la réaction du nitrite de mercure sur l'urée que Millon a basé son procédé de dosage de cette matière organique dans l'urine.

§ II. — Sur la production de l'iodoforme.

(1845.)

Millon a constaté que plusieurs substances pouvaient donner naissance à l'iodoforme lorsqu'on faisait réagir simultanément sur elles l'iode et le carbonate de potasse, ou, mieux encore, le bicarbonate de cette base. Ainsi les sucres de canne et de raisin, le sucre de lait, la gomme, la dextrine et autres matières albuminoïdes sont dans ce cas, mais sans conduire, il est vrai, à remplacer avantageusement l'alcool.

Millon n'a pu produire de l'iodoforme avec les résines, les corps gras, les huiles essentielles et l'alcool amylique.

§ III. — Acide prussique et métamorphose paracyanique.

(1861.)

Millon conseille d'obtenir l'acide prussique anhydre de la manière suivante :

Lorsqu'on a préparé l'acide prussique dilué, il est facile de le concentrer et même de le rendre tout à fait anhydre. On emploie d'abord des distillations fractionnées; l'acide est introduit dans un alambic dont le serpentín est refroidi par un courant d'eau.

On distille ainsi le tiers environ du volume de l'acide prussique : ce premier tiers de la masse est redistillé comme la masse elle-même et fractionné encore une fois par tiers.

Après deux ou trois distillations successives ou fractionnées, l'acide déjà très-concentré est repris et redistillé une dernière fois ; mais alors, on en dirige les vapeurs à travers

deux flacons tubulés comme dans l'appareil de Woolf, et remplis de chlorure de calcium sec.

Le poids du chlorure de calcium employé doit être au moins triple du poids de l'acide rectifié et concentré.

Dans cette dernière opération, on arrête la distillation lorsqu'un thermomètre plongé dans l'acide indique une température de $+70^{\circ}$ à $+80^{\circ}$.

Quant aux vapeurs d'acide, dirigées à travers l'appareil de Woolf, elles liquéfient le chlorure de calcium, contenu dans le premier flacon, humectent légèrement le chlorure dans le second flacon et viennent se condenser à l'extrémité de l'appareil dans le récipient refroidi.

L'acide prussique est alors parfaitement anhydre; pour constater cet état, on en introduit 5 ou 6 grammes dans un petit flacon où l'on a fait tomber du sulfate de cuivre bien desséché; si l'acide prussique n'était pas anhydre, le sel de cuivre se colorerait par l'agitation et prendrait une teinte bleuâtre. Par un contact prolongé, le sel de cuivre change encore d'aspect avec l'acide le mieux déshydraté; mais alors la coloration est verte.

Millon a constaté que l'acide prussique anhydre avait la propriété de contracter les combinaisons les plus diverses; ainsi, avec l'acide hydrochlorique gazeux, il forme un composé cristallin; le bichlorure d'étain est dans le même cas; et cette dernière combinaison est soluble dans un excès d'acide prussique. Il serait facile de donner de l'extension à ces faits. Il est certain que la tendance de la molécule prussique à l'annexion devra surtout s'exercer à l'égard d'autres molécules organiques. Millon fait remarquer que, dans les cas qu'il a observés, le groupement prussique n'est stable qu'autant que l'eau est exclue de la réaction. Dès que l'humidité intervient, la combinaison se détruit et les

éléments de l'acide prussique donnent naissance au formiate d'ammoniaque.

C'est là un changement moléculaire avec lequel on est familiarisé depuis longtemps.

La transformation, dans laquelle on voit l'acide prussique se changer entièrement en un corps noir et solide se fait sans dédoublement apparent et sans absorption des éléments de l'air. Lorsqu'elle s'est effectuée dans un tube de verre scellé à la lampe, on trouve, au bout de quelques jours que l'oxygène de l'air contenu dans le tube de verre a été absorbé; mais si le tube de verre, avant d'être scellé, a été rempli avec soin d'acide prussique, les produits paracyanurés se forment également bien.

Lorsque l'acide prussique a été mélangé de deux fois son volume d'eau, le liquide se convertit tout entier en une masse noire et solide, et la présence de l'eau ne change rien à la marche du phénomène. Ces produits si fortement hydratés ont la même couleur et la même dureté que les produits paracyanurés anhydres.

Avec quatre volumes d'eau pour un volume d'acide prussique, les produits paracyanurés se montrent un peu plus tard et leur solidification est plus lente et moins complète; ils restent imprégnés de liquide.

Avec des proportions d'eau plus fortes, la stabilité du groupement prussique devient évidente, l'apparition et la formation des composés paracyanurés sont retardées de plusieurs jours et même de plusieurs semaines.

Enfin, à un état de dilution extrême, lorsque l'eau ne contient plus qu'un centième de son poids d'acide prussique, celui-ci se conserve sans modification aucune.

On a signalé depuis longtemps l'influence conservatrice d'une petite quantité d'acide étranger ajouté à l'acide prussique; ce fait est exact en ce qui concerne la métamorphose

paracyanique. Il suffit d'une parcelle infinitésimale d'acide minéral ou organique pour l'enrayer. Les substances disposées à s'acidifier au contact de l'air, exercent une action analogue à celle des acides. Une goutte d'alcool prévient la coloration d'un acide prussique très-concentré, et un petit fragment de phosphore blanc maintient l'état fluide et limpide d'un acide prussique anhydre dont tous les chimistes connaissent l'extrême altérabilité.

L'influence de la dilution et celle d'une petite quantité de matière acide ou acidifiable rendaient bien compte des circonstances dans lesquelles la molécule prussique se conservait intacte, mais Millon avait constaté, d'autre part, des circonstances dans lesquelles la métamorphose se déclarait et se développait avec une rapidité particulière. Il y avait là deux actions précisément inverses de la précédente et qui excitaient la conversion très-prompte de la molécule prussique en produit paracyanuré.

Millon a fini par découvrir que ce dernier phénomène était subordonné à la présence ou à la formation de l'ammoniaque.

Quelques bulles de gaz ammoniac déterminent en deux ou trois jours la solidification complète de 200 grammes d'acide prussique anhydre.

Cinq ou six volumes d'eau, ajoutés à l'acide prussique ralentissent déjà de quelques jours cette influence d'une petite quantité d'ammoniaque.

En poussant la dilution plus loin, il faut augmenter assez notablement la quantité d'ammoniaque pour provoquer la coloration noire de l'acide prussique.

Cette influence très-nette de l'ammoniaque a permis de constater que partout où la métamorphose paracyanique se manifestait, il y avait eu production d'ammoniaque. On comprend ainsi que des corps en apparence très-divers sem-

blent produire également bien cette même transformation. En voici quelques exemples.

En ajoutant de la chaux caustique à de l'acide prussique anhydre, celui-ci reste longtemps intact, tandis qu'avec de la chaux hydratée, il se colore promptement en noir. Les mêmes faits s'observent avec la baryte anhydre ou hydratée.

Le potassium, introduit dans de l'acide anhydre produit un effet analogue ; le métal alcalin dégage d'abord de l'hydrogène et forme un cyanure blanc ; mais si l'air humide a trouvé le moindre accès, le cyanure jaunit et disparaît bientôt dans une masse de produits paracyanurés.

Millon n'a plus de doute sur la manière dont ces petites quantités chimiques agissent sur le groupement cyanhydrique ; il y a corrélation entre les faits qui rompent l'équilibre de la molécule et ceux qui la maintiennent.

La métamorphose paracyanique est déterminée par la présence de l'ammoniaque ; lorsque l'ammoniaque ne se montre pas directement, il faut rechercher cet alcali dans une réaction ou dans un mélange apte à le produire.

L'ammoniaque est l'agent spécifique, la condition *sine quâ non* de l'apparition de produits paracyanurés.

Son action n'est pas indifférente à la température ambiante ni à la dilution de l'acide prussique ; cette action est lente, progressive et jusqu'à un certain point proportionnelle à la quantité d'ammoniaque ; toutefois, au delà d'une certaine quantité, l'ammoniaque n'accélère plus la métamorphose.

La conservation de l'acide prussique par la présence d'une quantité minime de matière acide ou acidifiable n'est certainement qu'un cas particulier des conditions de métamorphose que Millon vient de décrire. Ce sont de simples agents

chimiques qui saturent l'ammoniaque et s'opposent à ses effets ou même à sa formation.

Il y aurait dans ces relations singulières de l'ammoniaque et de l'acide prussique plus d'un rapprochement à faire avec l'action des ferments et même de certains virus.

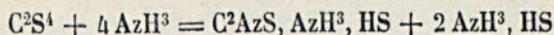
§ IV. — Préparation du sulfo-cyanhydrate d'ammoniaque.

(1860.)

Dans toutes les circonstances où le sulfure de carbone rencontre de l'ammoniaque, il se produit du sulfo-cyanhydrate d'ammoniaque; dans quelques cas, la formation de ce dernier sel est assez abondante pour qu'on le considère comme le produit principal.

Millon a cherché, dans cette réaction, le moyen de préparer avec facilité le sulfo-cyanhydrate d'ammoniaque, et il a réussi en faisant intervenir l'alcool, avec un excès d'ammoniaque liquide.

Dans ces conditions, la double décomposition suivante :



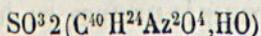
se réalise avec une netteté particulière, et l'on trouve comme preuve, à la fin de l'opération, un poids de sulfo-cyanhydrate d'ammoniaque à peu près égal au poids du sulfure de carbone employé.

§ V. — Variations observées dans l'hydratation du sulfate de quinine.

(En collaboration avec M. Commaille.)

(1860.)

Dans ce mémoire, Millon et M. Commaille, après avoir vérifié la formule du sulfate de quinine



qui représente le sel desséché à $+120^{\circ}$ pendant 5 heures, font connaître que le sulfate du commerce, pris au hasard dans les pharmacies, peut contenir de 5,16 à 13,30 d'eau p. 100.

Ils démontrent ensuite que le sulfate de quinine, quelle que soit la quantité d'eau qu'il renferme, exposé sur de l'acide sulfurique monohydraté, en conserve une quantité invariable de 4,71 p. 100, pourvu que la température ambiante ne dépasse pas $+17^{\circ}$; à $+30^{\circ}$, la quantité d'eau descend à 0,93 p. 100.

Sur l'acide sulfurique à 5 éq. d'eau, le poids de l'eau gardée par le sel est de 5,91 p. 100.

Sur l'acide à 18 éq. d'eau (soit une tension de $18^{\text{mm}},6$, assez ordinaire dans l'atmosphère à Alger), la quantité d'eau peut varier dans le sel depuis 10 jusqu'à 18 p. 100.

Le sel de quinine, à divers degrés d'hydratation, exposé dans des atmosphères saturées d'humidité, avec une température ambiante de 15 à 18° , prend des quantités d'eau qui s'élèvent successivement à 28,77, à 32 et même à 39 p. 100.

L'aspect du sel ne change pas. Il a pris l'eau comme fait une éponge, sans que cette eau puisse être représentée par des équivalents.

C'est là une fraude possible et redoutable.

§ VI. — Mémoire sur la nature des parfums et sur quelques fleurs cultivables en Algérie

(1856.)

Millon a constaté qu'on altérerait les parfums naturels des fleurs dès qu'on leur appliquait une température supérieure à celle que la plante trouve dans l'atmosphère : il s'est alors attaché à séparer le parfum en le dissolvant dans un

liquide très-volatil que l'on expulse ensuite par la distillation.

De tous les liquides propres à cet usage, le sulfure de carbone et l'éther, purifiés avec soin (1), sont ceux qui ont fourni les meilleurs résultats.

Le procédé opératoire est très-simple : on introduit la fleur dans un appareil à déplacement, puis on verse de l'éther ou du sulfure de carbone sur elle, de manière à la recouvrir. Au bout de dix à quinze minutes, on laisse écouler le liquide, et l'on introduit une nouvelle quantité de véhicule qui sert au lavage, et ne séjourne pas plus que le premier.

Le liquide dissout tout le parfum, et l'abandonne ensuite, par la distillation sous forme d'un résidu blanc ou diversement coloré, tantôt solide, tantôt oléagineux ou semi-fluide, et devenant toujours solide au bout de quelque temps ; une exposition à une basse température suffit pour lui faire perdre toute trace d'odeur du véhicule qui a servi à l'obtenir.

Le contact de l'air n'altère pas le parfum ainsi préparé, et qui possède toute la suavité de la fleur, mais il est toujours en très-faible quantité, et si les matières étrangères étaient éliminées, ce à quoi on arrive à peu près par l'al-

(1) Millon purifiait le sulfure de carbone de la manière suivante : Le sulfure était d'abord lavé, à plusieurs reprises, à l'eau distillée, comme cela se pratique pour l'éther, puis on le versait dans une cornue de grande capacité sur de la chaux vive. Après vingt-quatre heures de contact, on distillait sur la chaux, et le sulfure était reçu dans un flacon contenant une grande quantité de tournure de cuivre, grillée au préalable, pour la débarrasser de la matière grasse qui la souille toujours, puis réduite par l'hydrogène. Le sulfure de carbone ainsi obtenu a une odeur éthérée bien différente de celle du sulfure du commerce.

C'est avec du sulfure de carbone purifié de cette manière que Millon et M. Commaille ont pu séparer le parfum du lait de vache, au point d'y reconnaître certaines plantes mangées par les animaux, le *Smyrnum olusatrum* entre autres (Commaille, *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville, t. X, p. 601, 1868).

cool, il ne resterait peut-être qu'un milligramme de produit par kilogramme de fleur.

Le procédé de Millon saisit donc la partie utilisable de la fleur, la conserve, la concentre, en amasse des quantités illimitées sur tous les points favorables à la récolte, et permet de les expédier, sans gêne et sans perte, aux ateliers de parfumerie, où s'accomplissent les dernières transformations. Ce n'est pas tout, le travail d'incorporation du parfum des fleurs aux graisses et aux huiles, aujourd'hui si long, si coûteux et si incomplet, disparaîtra et sera remplacé, presque toujours, par une opération expéditive, par un simple mélange ou par une dissolution qu'on sera libre d'effectuer en tout lieu et au moment le plus convenable. C'est pour l'art de la parfumerie, dont la valeur commerciale est considérable en France, tout un mécanisme nouveau, réduit à une extrême simplicité.

Millon signale ensuite les fleurs qui doivent être recherchées à Alger par les cultivateurs pour l'extraction des parfums, et il cite la Cassie de Farnèse ou Casse du Levant, que les Arabes appellent *ben*, et qui ne croît bien que dans le midi de la France, près de Cannes par exemple. Cette fleur, traitée par l'éther ou par le sulfure de carbone, donne une matière extractiforme d'une suavité remarquable.

On connaît, en Algérie, une variété de rose à odeur de musc, qui porte le nom de *néceri*, et que les indigènes estiment autant que le jasmin. Millon en a retiré un parfum excessivement agréable.

Enfin, le jasmin, la fleur d'oranger amer, la tubéreuse, l'héliotrope, la giroflée, le narcisse, l'œillet, la verveine, la clématite, fournissent à l'éther ou au sulfure de carbone des matières odoriférantes qui supportent facilement la comparaison avec la fleur elle-même.

Cependant Millon reconnaît que la distillation et l'extraction directe des essences par la volatilisation est préférable pour le géranium, le thym, la lavande, le fenouil, la marjolaine, l'anis, l'absinthe et quelques plantes aromatiques dont la végétation s'accommode très-bien du climat algérien.

§ VII. — Mémoires sur la fermentation alcoolique.

(1863-1864)

Depuis longtemps, Millon avait entrepris, sur la fermentation alcoolique, un grand nombre d'expériences que la mort ne lui a pas permis d'achever.

Dans ses recherches, il était activement secondé par M. Commaille, et il se plaisait à reconnaître que cette assistance avait souvent revêtu le caractère d'une véritable collaboration.

Les premières expériences de Millon remontent à l'année 1863, et elles ont été publiées dans une courte note présentée à l'Académie des sciences.

Dans un important mémoire inédit, et que nous allons faire connaître textuellement, Millon s'occupe spécialement : 1° de la préparation de la levûre de bière ; 2° de l'action de l'eau sur la levûre à différentes températures.

Enfin Millon avait fait un grand nombre d'observations dont les résultats avaient été seulement consignés sur son registre de laboratoire, et que M. Commaille a bien voulu coordonner avec soin, de manière à faire ressortir l'idée qui dirigeait leur auteur dans ce genre d'étude.

Suivant M. Pasteur, la fermentation alcoolique repose sur cette idée fondamentale que le ferment de l'alcool

trouve, dans l'assimilation des sels ammoniacaux, l'azote nécessaire à sa régénération. De cette façon, les globules anciens contribueraient directement à la formation des globules nouveaux par un phénomène d'organisation immédiat qui ferait disparaître l'ammoniaque introduite au sein d'un mélange fermentescible.

L'expérience décisive de M. Pasteur a consisté à faire une addition connue de tartrate d'ammoniaque dans une solution aqueuse de sucre candi, qui recevait d'autre part des cendres de levûre et une petite quantité de levûre fraîche bien lavée.

Après quelques jours d'une fermentation sensible, l'opération a été interrompue, et le dosage de l'ammoniaque a permis de constater une perte que M. Pasteur attribue à la formation de globules nouveaux qui se seraient ainsi incorporé l'azote nécessaire à leur existence.

En répétant cette même expérience plusieurs fois, Millon est tombé, pour la détermination de l'ammoniaque, sur des nombres souvent identiques avec ceux que M. Pasteur indique; mais il s'est attaché, en outre, à rechercher si l'acide carbonique, dégagé par la fermentation du sucre, entraînait l'ammoniaque perdue par le liquide fermentescible. Or, il aurait reconnu que le gaz emportait une proportion variable de l'ammoniaque combinée avec l'acide tartrique.

Lorsque la fermentation est lente, la quantité d'ammoniaque entraînée par le gaz carbonique représenterait 45 à 25 pour 100 de la quantité totale contenue dans le tartrate. Mais si la température ambiante et la proportion de ferment développent une fermentation énergique, le gaz carbonique emporterait jusqu'à 80 pour 100 de l'ammoniaque combinée avec l'acide tartrique.

Ainsi le tartrate d'ammoniaque, introduit par M. Pasteur dans un mélange fermentescible, abandonnerait à l'acide

carbonique une partie de l'alcali volatil qu'il renferme, et lui en céderait d'autant plus que la production d'acide carbonique est plus active, c'est-à-dire que dans ce phénomène la masse ferait sentir son influence au profit de l'acide le plus faible. C'est, dit Millon, une des manifestations les plus ordinaires de l'affinité chimique et non un phénomène de nutrition ou d'assimilation physiologique.

Ces observations ont été, de la part de M. Duclaux (1), l'objet de quelques remarques contradictoires que nous ne devons pas passer sous silence.

M. Duclaux s'est demandé si l'ammoniaque, pendant la fermentation du tartrate d'ammoniaque, pouvait se dégager d'un milieu acide ; pour cela, il a fait passer les gaz de la fermentation dans un tube à boules renfermant de l'acide sulfurique dilué, et il a trouvé qu'il ne s'était pas produit de sulfate d'ammoniaque.

M. Duclaux reconnaît cependant que si une fermentation avec sucre, levûre et tartrate d'ammoniaque venait à dévier de sa direction de fermentation purement alcoolique, la matière de la levûre et le tartrate pourraient fermenter sans l'action de ferments particuliers, tels que celui qui est propre au tartrate d'ammoniaque. Dans ce cas, il se dégagerait, en effet, du carbonate d'ammoniaque, et la liqueur de fermentation serait alcaline.

Ainsi, sans préjuger la question, M. Duclaux constate que les phénomènes signalés par Millon peuvent s'expliquer par la manière dont s'accomplit la fermentation : et, en effet, Millon répondant à M. Duclaux, lui a fait observer qu'une fermentation dans laquelle on fait entrer 15 grammes de levûre pour 40 grammes de sucre, dégage tumultueusement la plus grande partie de l'acide carbonique, et

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1864, t. LVIII, p. 1114.

qu'il suffit de cette circonstance pour que la plus grande partie de l'ammoniaque échappe à l'absorption.

Voici comment Millon s'exprime dans un long mémoire resté inédit, et dans lequel il pose, en commençant, les bases générales de ses expériences sur la fermentation alcoolique :

« En cherchant à appliquer et à utiliser la dernière théorie émise par M. Pasteur, et dont la donnée principale consiste à admettre que le ferment alcoolique vit de sucre, d'ammoniaque et de cendres, non-seulement je n'ai pu en retirer aucun résultat pratique, mais encore je n'ai pas tardé à être convaincu que, dans la marche habituelle, la fermentation est indépendante d'un semblable mode de génération. L'idée nouvelle de M. Pasteur servira peut-être à faire comprendre quelques circonstances dans lesquelles la production des microphytes conduit à l'apparition de l'alcool ; mais dans l'action rapide de la levûre de bière sur le sucre, dans ce type familier de la fermentation alcoolique, si facile à observer, et que tous les chimistes connaissent, l'intervention de l'ammoniaque et des cendres de levûre n'est d'aucune efficacité essentielle ; je suis désormais en mesure de le démontrer.

» Quelle est donc l'action de la levûre sur le sucre ? A quelle classe de phénomènes physiques ou physiologiques faut-il la rattacher ? Le problème dont j'avais cru la solution acquise à la science, en lisant deux mémoires de M. Pasteur, l'un sur la fermentation alcoolique et l'autre sur les générations spontanées, nécessite encore aujourd'hui un examen approfondi et une complète révision.

» Afin de préparer les esprits à l'opinion que j'exprime et de conjurer des opinions contraires dont je ne me dissimule pas l'autorité, j'avais imaginé d'abord de m'atta-

cher au dosage de l'azote introduit dans le cours de la fermentation, sous forme d'ammoniaque, et de faire voir qu'il n'y a là aucun phénomène d'assimilation vitale, mais j'ai bientôt reconnu que cette démonstration est d'une nature trop abstraite, et qu'elle est surtout propre à faire naître, sans profit notable pour la science, de pures controverses, tandis que mon plus vif désir est de les écarter.

» Dans le plan que je me suis imposé, je circonseris l'observation aux faits qui se découvrent dans un mélange d'eau, de levûre de bière et de sucre ; j'ai ramené, en outre, ces faits à l'analyse la plus élémentaire, et je me garderai bien de quitter le terrain du chimiste ; aussi, dans cette communication, j'insisterai principalement sur la préparation de la levûre, sur sa dessiccation, et sur l'action de l'eau à diverses températures.

» Plus tard, j'exposerai de même l'influence du changement dans les proportions relatives de levûre, de sucre et d'eau, ainsi que l'influence des acides et des sels sur le mélange fermentescible : j'espère aussi mieux caractériser les matières albuminoïdes qui entrent en jeu, suivre pas à pas leurs transformations, déterminer la composition si variable de la levûre aux diverses phases de son existence, et avant d'avoir épuisé tout ce programme, dès aujourd'hui même il sera facile de concevoir l'action de la levûre sur le sucre et la fermentation alcoolique elle-même autrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

» *Préparation de la levûre de bière.* — De tous les observateurs, Quevenne est celui qui a le plus insisté sur la préparation de la levûre de bière, néanmoins ses indications ne suffisent plus dès qu'on cherche à introduire dans l'étude de la fermentation alcoolique la précision des recherches plus modernes.

» Il convient d'être en rapport direct avec une brasserie

et d'avoir la faculté d'y recueillir, aussi souvent que l'expérience l'exige, la levûre qui s'échappe par la bonde des tonneaux : elle est accompagnée d'une grande quantité de bière, mais elle se dépose assez promptement, et forme, au fond des récipients, une bouillie qui acquiert une consistance épaisse dès qu'on rejette et qu'on exprime le liquide qui la mouille.

» On délaye cette bouillie fraîche dans cinq fois son poids d'eau distillée ; on agite le mélange, puis on le verse dans un vase où il se repose, durant cinq ou six minutes ; au bout de ce temps, on décante la masse liquide qui tient encore la levûre en suspension, et on la jette sur une toile d'un tissu assez serré, lequel permet cependant à la levûre de passer au travers. On facilite ce passage en remuant et pressant la levûre sur la toile, avec une large spatule. On abandonne ensuite le liquide au repos durant deux heures ; la levûre qui s'est déposée au fond du vase est distribuée sur plusieurs filtres de papier ; l'eau s'écoule, et la levûre forme à la surface des filtres une couche épaisse et adhérente ; au bout de deux heures environ, on décante l'eau qui n'a pas traversé les filtres, et l'on détache de ceux-ci la levûre qui se présente avec l'aspect d'une pâte grise, épaisse et homogène.

» *Levûre visqueuse.* — Lorsqu'on multiplie les lavages par l'eau, la levûre ne se dépose plus avec facilité et devient visqueuse. Elle ne cesse pas pour cela d'être active, et de convertir le sucre en alcool et acide carbonique ; mais à chaque lavage, elle prend une quantité notable de matières solubles dont la proportion a la plus grande influence sur la fermentation.

» L'habitude qu'on a prise, dans ces derniers temps, d'attribuer à la levûre la résistance d'un être organisé et vivant, a conduit à négliger ces soins de préparation réservés

à des substances inertes; mais, en tout état, ces soins sont également indispensables.

» *Dessiccation de la levûre.* — On pèse 2 ou 3 grammes de la levûre qui vient d'être préparée; on les étale dans une capsule, et on les fait sécher à la chaleur du bain-marie: le poids qui représente la perte en eau varie très-peu d'une préparation à l'autre. Dans six expériences consécutives faites sur diverses levûres qui ont été étudiées et réglées, j'ai obtenu les nombres suivants :

Numéros	Levûre humide. gr.	Levûre sèche.	Levûre sèche pour 100.
1.	2,192	0,456	20,80
2.	1,995	0,435	21,80
3.	2,497	0,490	19,62
4.	3,308	0,696	21,10
5.	2,802	0,595	21,26
6.	3,545	0,733	20,78

» Dans un tableau où le même résultat se trouve consigné (*Ann. de chim. et de physique*, 3^e série, t. LVIII, p. 401), M. Pasteur donne des nombres dans lesquels le poids de levûre sèche varie de 19,5 à 28,77; il a même trouvé des écarts bien plus considérables; ainsi, page 336 (*loc. cit.*), il cite une levûre qui ne contenait que 16 pour 100 de matière sèche; et, page 380, il en mentionne une autre qui en contenait plus du double, 34,2 pour 100.

» Ainsi, avec une préparation méthodique de la levûre, la dessiccation ne fournit que des variations très-légères oscillant de 19,62 à 21,80 pour 100, tandis que dans les expériences de M. Pasteur l'écart s'étend de 16,0 à 34,2 pour 100. Comment comprendre des dissidences aussi grandes?

» *Levûre troisième* (1). — Plus tard, j'ai reconnu aussi l'existence de levûres dans lesquelles le poids des matières

(1) Nous verrons plus loin ce que Millon entend par la levûre troisième.

sèches dépassait de 20 et 21 pour 100 ; même dans un cas, le poids atteignait le chiffre de 36,22 pour 100 ; mais cette dernière levûre avait servi *trois fois* de suite à faire fermenter du sucre, et j'ai hâte d'ajouter que la levûre, ainsi modifiée dans son hydratation, est également modifiée dans sa composition chimique et dans plusieurs de ses propriétés.

» Ainsi, la préparation méthodique de la levûre et la simple détermination de l'eau qu'elle renferme, suffisent pour prévenir de graves méprises, qui ôtent une partie de leur valeur à bon nombre d'expériences qu'il serait trop long de passer en revue et sur lesquelles je n'insiste pas davantage en ce moment.

» Je me contenterai, comme remarque générale, d'appeler l'attention sur cette régularité de l'hydratation jusque chez les êtres organisés, parmi lesquels personne n'hésite à placer la levûre de bière.

» Lorsqu'on étale la levûre en bouillie, sur une brique sèche et froide, elle prend très-vite l'aspect d'une farine légèrement grisâtre dans laquelle la proportion d'eau varie peu ; c'est encore une levûre à hydratation fixe, mais moins hydratée que la première (1). Depuis longtemps M. Payen a découvert des faits du même genre et les a consignés dans ses recherches sur la fécule.

» *Action de l'eau sur la levûre. — Extrait de levûre.* — On sait, d'une manière générale, que l'eau forme, avec la levûre, un extrait susceptible de devenir très-actif à l'égard du sucre. M. Colin a parfaitement reconnu que cet extrait devient un ferment alcoolique. Mais quelle est la quantité de matière soluble enlevée à la levûre, suivant la température de l'eau, la durée du contact et la proportion relative d'eau

(1) Quatre déterminations d'eau, faites sur différentes levûres séchées entre deux briques, ont donné en matière sèche : 31,74, 32,31, 31,15 et 30,90, en moyenne 31,50.

et de levûre? Ce sont autant de questions sans réponse; cependant elles sont de la plus grande importance, puisqu'on pratique le lavage de la levûre à différentes températures, puisqu'on renouvelle plus ou moins le lavage avec plus ou moins d'eau, et puisque l'eau de levûre seule ou séparée aussi complètement que possible des globules transforme encore le sucre en alcool et en acide carbonique.

» Les chiffres fournis par l'expérience sont très-curieux, alors même qu'on n'envisage que le côté matériel des résultats.

» En employant 200 grammes de levûre fraîche, soit 40 grammes de levûre sèche et 1 litre d'eau distillée, on constate que l'eau a dissous, après une heure de contact :

A + 25°	^{gr.} 0,80	d'extrait par litre.
A + 45°	1,72	—
A + 70°	11,32	—
A + 100°	7,96	—

» En employant 500 grammes de levûre fraîche, soit 100 grammes de levûre sèche et 1 litre d'eau distillée, on trouve que l'eau a dissous :

Après une demi-heure.....	de contact à + 25°	^{gr.} 2,24	d'extrait par litre
— une heure.....	—	2,48	—
— une heure et demie.....	—	2,52	—
— deux heures.....	—	2,60	—
— deux heures et demie.....	—	2,60	—
— trois heures.....	—	3,40	—
— vingt-quatre heures.....	—	3,34	—

» En faisant varier la température pour un autre mélange de levûre et d'eau, dans les mêmes proportions que le précédent, l'eau a dissous :

Après une demi-heure à + 25 degrés	^{gr.} 1,82	d'extrait.
— quatre heures.. à + 25 —	3,24	—
— une demi-heure à + 45 —	2,92	—
— deux heures... à + 45 —	4,16	—
— une demi-heure à + 70 —	27,40	—
— deux heures... à + 100 —	24,74	—

» En renouvelant l'action de l'eau sur le mélange précédent, on obtient des nombres décroissants pour le poids d'extrait enlevé par chaque litre d'eau ; ainsi, la deuxième eau contient, après une demi-heure de contact à + 25 degrés, 1 gramme d'extrait par litre ; la troisième eau ne renferme plus que 0^{sr}, 73 par litre.

» L'eau exerce sur la levûre une action dissolvante dont les principaux effets sont conformes à ce qu'on observe dans la dissolution des matières minérales ; ainsi la quantité d'extrait obtenu par litre d'eau augmente : 1° avec la durée du contact ; 2° avec le poids relatif de la levûre ; 3° avec la température.

» Toutefois cette solubilité de l'extrait ne suit pas une marche croissante jusqu'à + 100 degrés, et à cette dernière température la quantité de matière dissoute est bien moindre qu'à + 70 degrés.

» On voit combien il serait erroné de déterminer la quantité d'extrait que l'eau enlève à la levûre en épuisant celle-ci à la température de l'ébullition ; l'erreur pourrait avoir des conséquences d'autant plus graves que la température à laquelle on obtient l'eau de levûre modifie énormément l'action fermentescible qu'elle exerce sur le sucre. Il y a, dans les divers modes de fermentation imprimés au sucre par l'eau de levûre formée à diverses températures, une série de faits de la plus grande délicatesse sur lesquels je reviendrai plus loin.

» Pour résumer cette action de l'eau dans ce qu'elle a de plus rudimentaire, il est bien évident que l'organisation de la levûre ne permet pas qu'elle s'exerce avec une entière liberté ; mais une fois cette restriction faite, on peut admettre que la levûre cède à l'eau une matière organique analogue à la gomme ou plutôt à l'albumine. En évaporant à sec une goutte d'eau de levûre bien filtrée et en la redis-

solvant ensuite dans l'eau, sur le porte-objet du microscope, on n'y découvre pas le moindre indice d'organisation, l'alcool dédouble l'eau de levûre, et il est bien difficile d'y voir autre chose qu'un principe extractif.

» *Rapport entre le sucre détruit et le poids de l'extrait.*

— Ce n'est pas sans motif que j'attache de l'importance à cette dernière considération; en effet, après avoir obtenu l'eau de levûre dans des conditions rigoureusement définies, connaissant toujours la quantité de matières solides qu'elle renfermait, je n'ai pas tardé à constater que, dans certaines limites de température, la quantité de sucre transformée en acide carbonique et alcool était dans un rapport exact avec le poids des matières dissoutes; en d'autres termes, la quantité d'action chimique que provoque l'eau de levûre est proportionnelle à la quantité de matière solide qu'elle renferme. Je rendrai tout de suite cette proportion plus frappante en rappelant les faits de solubilité que j'ai consignés plus haut, et en la rapprochant d'autres faits vulgaires propres à la fermentation alcoolique, et qui sont présents à tous les esprits.

» *Influence de la température.* — Personne n'ignore l'influence de la température sur la marche de la fermentation alcoolique; elle s'établit de + 20 à + 25 degrés, et c'est vers + 25 degrés qu'elle se développe le plus rapidement. Nous avons vu, plus haut, que la quantité de matière extraite par l'eau s'accroissait presque du simple au double, de + 25 à + 45 degrés.

» Au-dessus de 45 degrés, la marche de la fermentation se modifie, se ralentit, se suspend; eh bien, l'eau de levûre obtenue à + 70 degrés ou à + 100 degrés, malgré les poids bien plus considérables de matière extractive qu'elle renferme, n'agit plus immédiatement sur le sucre, et ne redevient active qu'après plusieurs jours.

» *Influence des acides.*—Divers acides minéraux et organiques, ajoutés en petite quantité à un mélange fermentescible, accélèrent beaucoup la décomposition du sucre : on n'a pas même essayé, jusqu'à ce jour, de donner une explication de cette influence singulière, mais la balance ne laisse aucune incertitude sur leur mode d'action, et il suffit de peser la matière extraite des globules du ferment par l'eau acidulée pour constater que celle-ci enlève jusqu'à huit et neuf fois plus de matière soluble que l'eau pure. Le simple mélange de sucre, de levûre et d'eau fermente d'abord lentement, mais plus tard la liqueur s'acidifie par l'acte même de la fermentation, et aussitôt l'acide carbonique abonde.

» Je reprendrai plus tard ces mêmes faits avec tous les développements qu'ils comportent; toutefois de cette esquisse rapide, de ce rapprochement sommaire de plusieurs faits que tout observateur peut répéter et vérifier, se dégage sans peine une vue générale et pratique sur la nature même de la fermentation alcoolique.

» Lorsqu'elle convertit le sucre en alcool et en acide carbonique, l'eau de levûre produit en même temps des globules de ferment; le poids de ces globules correspond au poids de matières extractives et la marche évidente du phénomène est celle-ci : rencontre du sucre et de l'eau de levûre; formation de globules et apparition simultanée des produits de la fermentation. De sorte que le globule naît absolument comme la cellule organique, végétale ou animale, au sein d'une liqueur plastique de composition complexe : dès que le globule est formé, il est apte à verser dans le liquide ambiant une matière albuminoïde semblable à celle qui a contribué à sa génération. Tel est le cercle dans lequel s'enferme et s'épuise la fermentation alcoolique. La matière plastique des globules, je dirais plus

volontiers la cellule du ferment, est un mélange de sucre et d'eau de levûre.

» Il est extrêmement curieux de constater qu'une matière albuminoïde du même genre que l'extrait contenu dans l'eau de levûre existe partout où apparaît la fermentation alcoolique. Les mycéliums de natures les plus diverses font fermenter une solution de sucre dans laquelle on les agite, sans doute parce qu'ils y épanchent une liqueur analogue à l'eau de levûre.

» Le suc de plusieurs végétaux présente la réunion naturelle du sucre et de la matière albuminoïde, aussi contribuent-ils à fournir une grande partie des boissons alcooliques. M. Colin n'a-t-il pas montré depuis longtemps qu'un mélange artificiel de sucre et de matière albuminoïde, par un contact prolongé à une température maintenue de $+30^{\circ}$ à $+40^{\circ}$, ou bien encore par l'excitation d'un courant électrique, engendrait tous les produits de la fermentation ?

» Je n'abuserai pas de cette hypothèse qui m'a déjà servi plus sûrement que toutes les autres, soit à expliquer et à grouper les faits très-nombreux et très-complexes, soit à les éclaircir par des expériences nouvelles : mais si elle est fondée, elle aurait l'avantage, après avoir bien fixé le point de départ de la fermentation alcoolique, de faire assister commodément à la naissance de la cellule. Ce service ne serait pas le moindre de ceux que la chimie, en bonne voisine, est habituée à rendre au microscope et à la physiologie.

Dans le travail qui précède, nous avons fait connaître à quel point de vue Millon se plaçait pour étudier la fermentation alcoolique. Ainsi, abandonnant les idées purement spéculatives, il a déterminé avec le plus grand soin le procédé à employer pour préparer une levûre présentant des

caractères toujours uniformes et laissant, après sa dessiccation, un résidu d'un poids constant, soit 20 à 21 pour 100. Il a déterminé aussi quel était le poids de matière qu'une telle levûre cédait à l'eau, selon les différentes températures. Nous avons dit que c'était à $+70^{\circ}$ que l'eau avait le pouvoir dissolvant le plus considérable, mais que c'était la solution obtenue entre $+25^{\circ}$ et $+45^{\circ}$ qui possédait les propriétés les plus énergiques. Il résulte encore de ces recherches que le poids de l'extrait augmente sensiblement en proportion du temps employé à la macération de la levûre. Toutefois, en renouvelant l'eau, on s'aperçoit bien vite que la levûre s'épuise rapidement et que bientôt elle n'abandonne plus que fort peu de chose.

Quant à l'action de l'eau de levûre sur le sucre, Millon a constaté : 1° que la quantité de sucre transformé était dans un rapport exact avec le poids de la matière dissoute ; 2° que la température avait une influence, sur la destruction du sucre, analogue à celle qu'elle exerce sur la solubilité des principes mêmes de la levûre.

Millon a reconnu encore que certains acides ont la propriété singulière d'augmenter notablement le poids de l'extrait ; ajoutons que cela est en corrélation avec ce qui se passe dans les fermentations simples, à savoir, que l'acide carbonique n'abonde que lorsque la liqueur s'est acidifiée.

Nous ne reviendrons pas sur les considérations générales développées dans la dernière partie de ces recherches et nous passerons tout de suite aux détails des expériences.

Nous donnerons sommairement les recherches sur l'azote que contiennent les différentes levûres et sur les matériaux que l'eau leur enlève. Nous étudierons les fermentations provoquées soit par les levûres, soit par leur dissolution, ou par leur extrait, purs ou additionnés de diverses sub-

stances, etc., ainsi que les produits ultimes de ces fermentations.

Millon admet que la levûre est un corps organisé vivant, sans se préoccuper de sa place dans la série des êtres, et sans s'appesantir autrement sur son mode d'existence, de développement et d'action; il pense seulement que l'affinité, en atteignant une de ses limites d'annexion, communique à la matière une forme compatible avec un nouveau mécanisme d'évolution; ce à quoi M. Fremy est arrivé déjà dans son chapitre des corpuscules organisés, en invoquant des considérations d'un autre ordre. Ainsi l'affinité ne cessera pas de s'exercer à l'égard des grains d'amidon et des grains de ferment, mais elle va plutôt les user, les rompre, les détruire; c'est ainsi que disparaissent les tissus végétaux et animaux dont les métamorphoses correspondent, dans le vieil emblème du langage, à l'idée de vie autant qu'à l'idée de mort, tandis que l'action des diastases et la formation des cellules ou des globules seront ramenées plus ordinairement à l'idée de vie. Quant à la fermentation, c'est le fait lui-même que nous examinons, et l'on peut dire que celui-ci se trouve plus sûr que la plupart des théories matérielles ou physiologiques, etc., émises jusqu'ici pour en donner raison.

Mais encore une fois, nous répétons que nous voulons pour l'heure nous tenir sur le terrain dépendant uniquement du domaine de la chimie; Millon ne voyait dans le sucre et la levûre en contact que des corps à l'état de réaction.

I. La levûre résiste énergiquement aux moyens de destruction autres que l'application directe du feu, puisque abandonnée dans des flacons de chlore pendant trois jours, elle n'est nullement désagrégée; devenue blanche, elle a

conservé sa forme au microscope, mais elle est alors complètement inactive sur le sucre.

Traitée par l'acide chlorhydrique bouillant et additionnée de temps en temps de chlorate de potasse, la levûre se détruit lentement, et il reste dans la liqueur une matière organique qui paraît devoir échapper à toute destruction.

La levûre *première* (1) desséchée a donné, par la calcination, un poids de cendres qui s'élève en moyenne à 9,67 pour 100.

On a fait, par la méthode des volumes, six dosages d'azote de la levûre première, en l'introduisant humide dans le tube à combustion. Les nombres que l'on a obtenus, rapportés à 100 de levûre sèche, ont varié de 7,51 à 8,57, soit en moyenne 7,83 : la moitié environ du chiffre qui représente l'azote de l'albumine (2).

Comme l'acide tartrique, employé en quantité notable, a une grande influence sur les propriétés actives de la levûre, ainsi qu'on le verra plus loin, Millon a cherché quelle serait la teneur en azote d'une levûre contenant normalement 7,66 de cette matière traitée à 45 degrés par la dixième partie de son poids d'acide. Il y a eu une diminution sensible dans le poids de l'azote, qui s'est trouvé n'être que de 6,66 après le traitement.

La levûre deuxième paraît moins riche en azote que la levûre première : la moyenne n'a été que de 7,22, les cendres non déduites ; cependant on a trouvé une fois 11,65.

Avec la levûre quatrième, l'azote est tombé à un chiffre

(1) Millon appelle levûre première, celle qui est livrée par le brasseur et purifiée comme il l'a indiqué ; levûre deuxième, celle qu'on recueille après la fermentation de l'eau sucrée sous l'action de la levûre première ; levûre troisième, celle qui se retrouve après la fermentation au moyen de la levûre deuxième, etc.

(2) Les cendres non déduites ; ces nombres correspondent à ceux de M. Marcet, mais on a trouvé aussi une fois 9,42 et une fois 11,77 comme MM. Wagner, Schlossberger, Mulder, etc.

très-bas, ce qui explique son peu de puissance à l'égard du sucre. Deux dosages ont donné 1,61 et 1,54 : en moyenne 1,57.

II, Millon a avancé dans le précédent mémoire que les acides avaient sur la quantité des principes solubles que l'eau peut enlever à la levûre, une influence extrêmement remarquable, et l'on verra bientôt en quoi leur présence modifie la fermentation même.

L'augmentation de la solubilité de la levûre, en présence des acides libres, est un fait général. En voici la preuve. Les mélanges ont été faits dans les proportions suivantes : Eau, 100 grammes ; levûre, 20 grammes ; acide, 0^{gr},2. Après vingt-quatre heures de contact, l'extrait sec, déduction faite de l'acide ajouté, et rapporté au litre de dissolution, s'est trouvé :

	gr.	
Avec l'eau pure de.....	1,25	
Avec l'acide arsénieux de.....	2,20	acide très-peu soluble comme on sait.
— sulfurique de.....	6,08	
— nitrique de.....	6,60	
— chlorhydrique de..	8,72	
— tartrique de.....	8,98	
— arsénique de.....	9,40	
— oxalique de.....	10,92	

Si l'on neutralise l'acide avant la filtration, les nombres sont notablement différents, mais toujours plus élevés qu'avec l'eau pure. On a obtenu, le poids des sels formés n'étant pas retranché :

	gr.	
Avec l'eau pure, résidu sec...	1,25	
Avec l'acide tartrique.....	2,12	neutralisé par KO
— sulfurique.....	5,52	— BaO, CO ²
— nitrique.....	5,72	— KO
— arsénieux.....	6,32	— KO rendu soluble, il a agi énergiquement.
— chlorhydrique...	7,36	— KO
— oxalique.....	7,79	— CaO

III. Fermentation. — A. Expériences sur la transformation du sucre sous l'influence de l'eau de levûre première, — Dans ces expériences, on a suivi heure par heure, à l'aide de la liqueur de Barreswil, la transformation du sucre.

TEMPS écoulé.	1 ^{re} EXPÉRIENCE.	2 ^e EXPÉRIENCE.	3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.
		Levûre 4 ^g , 1 partie. Eau, 5 parties. On filtre après 2½ h.; tempér. = 26°,5. On ajoute sucre, 5 grammes p. 100. Sucre interverti.	Levûre 4 ^g , 1 partie. Eau, 2 parties. On filtre après 24 h.; tempér. = 20°,5. On ajoute sucre, 5 grammes p. 100. Sucre interverti.	Levûre, 1 partie. Eau, 2 parties. On filtre après 1 h.; tempér. = 45°. On ajoute sucre, 5 grammes p. 100. Sucre interverti.	Comme dans la 3^{e} expér.; mais la température = 70 degrés. Sucre interverti.
	gr.	gr.	gr.	gr.
¼ heure..	0,234	0,562	0,536	0,000
1 heure..	0,433	0,893	0,740	0,000
2 heures.	0,786	1,541	1,541	trace
3 heures.	1,023	1,939	»	»
4 heures.	1,278	2,615	»	»
48 heures.	2,870	2,343	3,409	1,541
	(Le gaz se dégage.)	(Le gaz se dégage.)	(Le gaz se dégage.)	(La fermentation a commencé.)
OBSERVATIONS. — L'eau de levûre obtenue à 45 degrés, après un contact d'une heure, agit presque avec autant d'énergie que celle obtenue à 26°,5 et un contact de vingt-quatre heures.				

Il résulte des deux premières expériences, faites dans des conditions identiques, sauf le poids de la levûre mise en macération, que la quantité de sucre interverti a été constamment double, pendant les quatre premières heures, dans l'expérience n° 2. — Les quatre expériences démontrent comme il l'a été avancé dans la première partie de ces recherches, que l'activité de l'eau de levûre est en raison du poids de la levûre, de la température employée, en ne dépassant pas toutefois 45° : on verra une nouvelle confirmation de cette loi, en suivant jusqu'à son complet achèvement les fermentations produites soit par l'eau de levûre, soit par la levûre ayant servi à la préparation de cette eau.

B. *Fermentations comparatives, produites par l'eau de levûre première, entre le sucre ordinaire et le sucre préalablement interverti par un acide.* — L'eau de levûre était préparée avec 8 parties de levûre pour 200 d'eau, à la température de 45 degrés.

Dans 200 parties de cette eau on ajoutait 20 grammes de sucre, interverti ou non.

1^{re} expérience. — Le sucre a été interverti par l'acide oxalique, qui fut ensuite neutralisé par la chaux. Après neuf jours, il ne s'était pas dégagé de gaz et il n'y avait pas eu production de levûre; le sucre total restant dans la liqueur était de 6^{gr},24, dont 4^{gr},52 étaient intervertis. La liqueur contenait une matière, précipitable par l'alcool, visqueuse, sucrée et qui a fermenté rapidement au contact de la levûre.

	2 ^e EXPÉRIENCE.	3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.	5 ^e EXPÉRIENCE.
Durée de la fermentation.	10 jours.	6 jours.	10 jours.	6 jours.
Gaz dégagé. .	135 ^{cc}	415 ^{cc}	130 ^{cc}	88 ^{cc}
Sucre restant.	6 ^{gr} ,25	7 ^{gr} ,5	6 ^{gr} ,25	7 ^{gr} ,5
	Il s'est produit de la levûre nouvelle.		Il ne s'est pas produit de levûre.	Il s'est produit de la levûre nouvelle.
	Le sucre n'était pas interverti avant l'expérience.	Le sucre n'était pas interverti avant l'expérience.	Le sucre interverti par SO ³ , qui fut neutralisé par NaO.	SO ³ qui avait interverti le sucre fut neutralisé par BaO, CO ² .

Il résulte de ces cinq expériences que l'intervention préalable du sucre n'a pas d'influence notable sur la marche de la fermentation. La présence de la levûre n'est pas nécessaire pour qu'il y ait destruction du sucre (exp. 4) et production d'acide carbonique, la levûre pouvant ne pas apparaître.

C. *Fermentations comparatives du sucre ordinaire et du sucre préalablement interverti sous l'influence de la levûre première.* — Les mélanges ont été faits dans les proportions suivantes : Eau, 500 centimètres cubes ; levûre, 20 grammes ; sucre, 50 grammes.

TEMPS ÉCOULÉ.	1 ^{re} EXPÉRIENCE.		2 ^e EXPÉRIENCE.		3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.
	Sucre non interverti.		Sucre interverti par SO ³ neutralisé par BaO, CO ² .			
	Rotation.	Sucre interverti dosé à la ligne bleue.	Rotation.	Sucre interverti dosé à la ligne bleue.		
Au moment du mélange.....	+54				La fermentation ne devient appréciable qu'après 1 h.	La fermentation commence de suite et énergiquement.
Une demi-heure...	+43	1,87	-18°	6,61		
Une heure.....	+33	3,21	»	6,25		
Deux heures.....	+14	»	»	»	0 ^{gr} ,5	3 ^{gr} ,5
Vingt-deux heures.	-20	4,89	-18°	»	12 ^{gr} ,5	12 ^{gr} ,5
Quarante-six heures.	-16	2,81	-13°	2,20	20 ^{gr} ,0	20 ^{gr} ,0
Trois jours.....	-6°	»	-7°	»		
Quatre jours.....	-3°5	0,48	-4°	0,57		

Il résulte de ceci que l'intervention du sucre n'a d'influence qu'au commencement de la fermentation, mais après vingt-deux heures, dans l'un et l'autre cas, le résultat est le même.

D. *Fermentations avec des eaux de levûre obtenues à différentes températures.* — Dans les expériences suivantes, l'eau de levûre a toujours été obtenue par l'action d'une partie en poids de levûre première pour deux parties d'eau. Le contact était de deux heures, on filtrait et l'on ajoutait, pour 100 centimètres cubes d'eau, de 2^{gr},5 à 7 grammes de sucre. La température seule a varié pendant les deux heures de contact.

	1 ^{re} EXPÉRIENCE.	2 ^e EXPÉRIENCE.	3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.	5 ^e EXPÉRIENCE.	6 ^e EXPÉRIENCE.	7 ^e EXPÉRIENCE.	8 ^e EXPÉRIENCE.
	L'EAU DE LEVURE A ÉTÉ OBTENUE :							
TEMPS ÉCOULÉ.	Dans la glace fondante + 2° à + 5°, sucre 5 gram.	A + 23°, sucre 5 gram.	A + 25°, on n'a mis que 2gr.,5 de sucre.	A + 45°, Sucre 5 gram.	A + 45°, mais on n'a mis que 2gr.,5 de sucre.	A + 45°, mais on n'a mis que 1gr.,5 de sucre.	A + 70°, sucre 5 gram.	A + 100°, sucre 5 gram.
	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.	Sucre interv. dégage, ou restant.
	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.	Gaz dégage, ou restant.
	20cc	Néant	5cc (interv.)	Néant	»	»	Néant	Néant.
	48 heures.....	Néant.	»	1,75 (interv.)	»	»	Trace. (interv.)	2,39 (interv.)
96 heures.....	»	»	27cc	»	»	»	»	
6 jours.....	»	»	La fermentation est terminée, on ne retrouve plus de sucre. Il y a eu production de levure nouvelle.	44cc	»	»	35cc	68cc
17 jours.....	»	»	Tout le sucre a disparu.	»	»	»	»	»
	Fermentation très-active, beaucoup de gaz.	La nouvelle levure s'est montrée le sixième jour.	La nouvelle levure s'est montrée le sixième jour.	Après 21 heures, la nouvelle levure avait déjà paru.	La fermentation était finie après 72 heures.	La fermentation était finie après 79 heures.	La fermentation n'y a plus de sucre, formation de très-belle levure. Le dix-septième jour, vibroniens.	Il s'est produit beaucoup de levure.

NOTA. — On voit que le principe actif de la levure résiste à une très-basse température.

E. Fermentations produites avec les levûres qui avaient servi à préparer les eaux de levûre des expériences précédentes et qui avaient subi les températures de la glace fondante, de 25, 45, 70 et 100°.

	1 ^{re} EXPÉRIENCE.	2 ^e EXPÉRIENCE.	3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.	5 ^e EXPÉRIENCE.
TEMPS ÉCOULÉ.	Glaces fondante.	25 degrés.	45 degrés.	70 degrés.	100 degrés.
	Eau 400 grammes, levûre 40, sucre 10.	Eau 400 grammes, levûre 40, sucre 5.	Eau 400 grammes, levûre 40, sucre 5.	Eau 400 grammes, levûre 40, sucre 5.	Eau 400 grammes, levûre 40, sucre 5.
	Gaz dégagé.	Gaz dégagé.	Gaz dégagé.	Gaz dégagé.	Gaz dégagé.
	Sucre interverti ou restant.	Sucre interverti ou restant.	Sucre interverti ou restant.	Sucre interverti ou restant.	Sucre interverti ou restant.
De 20 à 24 heures....	Fermentation active.	Tout le sucre a disparu.	78 ^{cc}	46 ^{cc}	Néant.
48 heures.....	Marche, régulière.	»	»	46 ^{cc}	0,94 (interverti.)
6 jours.....	Tout le sucre a disparu.	»	126 ^{cc}	Le dégagement contin.	2,25 (interverti.)
17 jours.....	»	Le liquide est putréfié.	Le liquide est putréfié.	Il y a des bactéries.	»

NOTA. — La levûre qui a subi la température de la glace fondante n'a pas changé d'aspect. Elle a abandonné 4^{er}, 4 d'extrait pour 400^{er} d'eau. L'influence de la température est bien plus manifeste ici qu'avec l'eau de levûre. La levûre qui a été soumise à une température de 45 degrés ne dégage, que 78^{cc} d'acide carbonique en 24 heures; tandis que celle qui n'avait subi qu'une chaleur de 25 degrés en avait dégagé, dans les mêmes circonstances, 240^{cc}. Une différence du simple au double s'est maintenue jusqu'à la fin de la fermentation. Mais à 70 degrés les propriétés de la levûre ont été bien autrement modifiées: Intervention du sucre très-lente, gaz très-peu abondant et fermentation prolongée pendant six jours au lieu d'une journée. A 100 degrés le phénomène est encore plus lent.

Il résulte des deux séries d'expériences précédentes que les températures qui s'éloignent notablement de celles qui ont été de tout temps reconnues comme favorables, ont une influence très-fâcheuse sur la fermentation alcoolique. Il en résulte encore que, toutes choses égales d'ailleurs, la levûre transforme un poids donné de sucre en alcool et en acide carbonique bien plus rapidement que l'eau qui lui a enlevé des principes solubles.

Notons encore une fois (voir paragraphe B) que bien avant l'apparition des globules de levûre, il y a du sucre interverti, dégagement gazeux, par conséquent destruction du sucre.

F. *La dessiccation extrême de la levûre ne lui enlève pas ses propriétés actives.* — De la levûre première a d'abord été desséchée au soleil, puis sur l'acide sulfurique monohydraté. Une partie de cette levûre a été délayée dans 125 parties d'eau, on a ajouté 12^{gr},5 de sucre. Après vingt-deux heures, 5 centimètres cubes de gaz s'étaient dégagés et la liqueur de Barreswil indiquait 7^{gr},5 de sucre interverti.

Après cinq jours, le gaz dégagé était très-abondant et tout le sucre avait disparu.

En opérant avec la levûre deuxième, on obtient le même résultat. En cinq jours tout le sucre disparaît, avec dégagement très-abondant de gaz.

G. *Fermentation avec l'eau de levûre deuxième.* — Levûre une partie, eau 2 parties; on filtre après vingt heures de contact.

TEMPS ÉCOULÉ.	1 ^o EXPÉRIENCE. Eau de levûre 100, sucre 2,5.		2 ^o EXPÉRIENCE. Eau de levûre 100, sucre 5.		3 ^o EXPÉRIENCE. Eau de levûre 100, sucre 7,5.	
	Gaz dégagé.	Sucre inverti ou restant.	Gaz dégagé.	Sucre inverti ou restant.	Gaz dégagé.	Sucre inverti ou restant.
20 heures..	23 ^{cc}	gr. 1,58	Néant.	gr. 3,21	Quelques bulles.	gr. 3,94
68 heures..	95 ^{cc}	traces.	Néant.	4,58	95 ^{cc}	2,81
92 heures..	97 ^{cc}	La fermentation est terminée.	22 ^{cc}	»	»	»
6 jours...	»	»	29 ^{cc}	traces. La fermentation paraît terminée.	177 ^{cc}	0,97

OBSERVATION. — Il se produit une levûre régulière sans nucléoles.

Dans trois autres expériences la levûre deuxième séjourna d'abord pendant vingt-quatre heures dans l'eau distillée à la température ordinaire; on la recueillit, puis on la mit en macération à 45° pendant une heure, dans deux parties d'eau. La fermentation avec cette eau de levûre fut aussi active que précédemment, et la levûre produite fut également très-régulière et transparente.

H. *Fermentation avec la levûre première, en présence des acides libres.* — Levûre 1^{re} 20 grammes, eau 100 grammes; on ajoute 0^{gr},2 d'acide, on filtre après 24 heures de contact, puis on ajoute 5 grammes de sucre. (Voyez le tableau suivant.)

Il résulte de ces huit expériences que deux acides (arsénique et oxalique), à la dose de 0^{gr},2 pour 5 grammes de sucre, ont empêché radicalement toute fermentation, quoique le sucre ait été totalement interverti; que les acides chlorhydrique et arsénieux n'ont pas permis à la fermentation de s'achever, le dégagement gazeux ayant été abondant; que les acides sulfurique, tartrique et nitrique ne gênent

	1 ^{re} EXPÉRIENCE.	2 ^e EXPÉRIENCE.	3 ^e EXPÉRIENCE.	4 ^e EXPÉRIENCE.	5 ^e EXPÉRIENCE.	6 ^e EXPÉRIENCE.	7 ^e EXPÉRIENCE.	8 ^e EXPÉRIENCE.
TEMPS ÉCOULÉ.								
	Acide arsénique. 0,2	Acide arsénieux. 0,2	Acide sulfurique. 0,2	Acide chlorhydr. 0,2	Acide tartarique. 0,2	Acide nitrique. 0,2	Acide oxalique. 0,2	Acide oxalique. 0,2
	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.	Gaz dégagé, restant.
	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.	Sucre restant.
24 heures	Néant.	Quelq. bulles.	Néant.	La fermentation marche lentement.	Quelq. bulles.	Comme avec l'acide tartarique.	Néant.	Néant.
72 heures	Néant.	70 ^{cc}	Fermentation très-active.	25 ^{cc}	Fermentation très-active.	Néant.	Néant.	Comme au n° 7.
6 jours	Néant.	155 ^{cc} La fermentation est terminée.	0,56 La fermentation est terminée.	4,61 La fermentation est terminée.	Trace. La fermentation est terminée.	Levure nouvelle très-belle à nucléoles abondants	Néant 5 ^{gr} , 11 Inverti.	

en rien la fermentation. Si l'on se reporte à ce qui a été dit relativement à l'influence des acides sur la solubilité de la levûre, on est amené à conclure que l'activité de la fermentation n'est pas toujours rigoureusement en rapport avec le poids d'extrait obtenu sous l'influence de l'eau acidulée.

1. *Fermentation en présence des acides oxalique et tartrique.* — Guidés par les expériences précédentes, on en a entrepris une série d'autres avec l'acide oxalique qui, dans l'expér. 7, avait empêché toute fermentation, et avec l'acide tartrique qui paraissait n'avoir aucune action sur la marche du phénomène. On a opéré tantôt avec l'eau de levûre, obtenue à diverses températures, tantôt avec la levûre elle-même.

1° Avec l'eau de levûre et acide oxalique.

1^{re} expérience. — Eau 100 centimètres cubes, levûre première 20 grammes; on maintient à 45 degrés pendant une heure, on filtre et on ajoute 0^{gr},25 d'acide oxalique et 5 grammes de sucre. — *La fermentation a lieu.*

2° expér. — Répétition de l'expérience précédente; même résultat.

3° expér. — Comme précédemment, seulement on ajoute l'acide avant de porter le mélange d'eau et de levûre à 45°, on filtre et on ajoute 5 grammes de sucre. *Il n'y a aucune fermentation* et la moitié du sucre seulement est interverti.

Ainsi, selon que l'acide agit sur la levûre elle-même ou sur l'eau qui en provient, on a ou on n'a pas de fermentation. C'est donc en altérant le globule même que l'acide empêche toute action ultérieure. Deux autres expériences, en doublant le poids de la levûre et en ajoutant l'acide dans l'eau filtrée, sont venues confirmer ce résultat; mais en voici d'autres qui paraissent contradictoires.

1° Fermentation avec la levûre et l'acide oxalique.

1^{re} expérience. — Eau 100 centimètres cubes, levûre première 20 grammes, sucre 5 grammes et acide oxalique 0^{gr},05. Fermentation immédiate ; après quarante-huit heures tout le sucre a disparu.

2^e expér. — Comme dans l'exp. n° 1 : seulement acide oxalique 0^{gr},10. Même résultat.

3^e expér. — Comme dans les deux premières expériences, mais acide oxalique 0^{gr},20. — Fermentation immédiate, le sucre n'a disparu qu'après trois jours. Avec une autre levûre la fermentation est terminée en quarante-huit heures.

4^e expér. — Comme dans les trois premières expériences, mais acide oxalique 0^{gr},50. — Fermentation immédiate ; elle s'arrête au bout de trois jours, quoiqu'il reste dans la liqueur 3^{gr},21 de sucre interverti.

5^e expér. — Comme précédemment et acide oxalique 1 gramme. — La fermentation est immédiate, mais le dégagement gazeux est faible (5 centimètres cubes en quarante-huit heures). Elle s'arrête bientôt, et une grande partie du sucre n'a pas même été interverti. Le liquide fermenté dégage, quand on le chauffe, une forte odeur de petit-lait.

6^e expér. — Même quantité d'eau, de levûre et de sucre, mais acide oxalique 1^{gr},25. — La fermentation est à peine commencée après vingt-quatre heures, puis elle s'arrête et il reste 3^{gr},63 de sucre dans la liqueur, dont 0^{gr},86 seulement sont intervertis.

7^e expér. — Acide oxalique 1^{gr},50. — Même résultat que dans l'expérience n° 6.

8° expér. — Levûre première 200 grammes, eau 1000 centimètres cubes, sucre 50 grammes, et acide oxalique 5 grammes. — Fermentation rapide. Aussitôt après le mélange on détermine par la saccharimétrie la quantité de sucre qui n'est pas interverti : on en trouve 41st,17. Après une heure cette quantité n'est plus que de 8st,23. — Après deux heures, tout le sucre restant est interverti. — Après vingt-deux heures le saccharimètre reste sur 0 degré ; tout le sucre a été détruit.

9° expér. — Levûre 160 grammes, eau 4 kilogrammes, acide oxalique 4 grammes ; on ajoute 400 grammes de sucre et l'on maintient le mélange à +45° pendant une heure, puis on neutralise par la chaux et l'on filtre. — Après vingt-quatre heures le sucre n'est pas interverti en totalité. La fermentation ne commence qu'après quarante-huit heures. — Après quatre-vingt-seize heures la déviation à gauche est de 33° et tout le sucre est interverti. La déviation diminue jusqu'au septième jour, elle est alors de — 21°. La destruction du sucre s'arrête. Après un mois et dix jours, le liquide décanté mousse beaucoup. Il renferme une matière visqueuse, sucrée, âcre et acide, précipitable par l'alcool.

L'acide oxalique n'arrête en somme la fermentation, *qu'autant qu'il est resté en contact avec la levûre*, ET AYANT L'ADDITION DU SUCRE, PENDANT UN TEMPS SUFFISAMMENT LONG, *ou bien quand la température a été élevée* ; ce qui explique qu'il n'y a que contradictions apparentes avec les expériences précédentes.

2° Fermentation avec la levûre et l'acide tartrique.

1^{re} expérience. — Eau 100 centimètres cubes, levûre 20 grammes, acide tartrique 0st,2. On laisse en contact pen-

dant vingt-quatre heures, on filtre et l'on ajoute 10 grammes de sucre. — La fermentation est très-active, le gaz abondant ; après quarante-huit heures il ne reste que 1^{er},44 de sucre, et le cinquième jour il a entièrement disparu.

2° expér. — Même mélange, mais on neutralise l'acide par l'eau de chaux avant d'ajouter le sucre. Les résultats sont absolument les mêmes.

3° expér.— Levûre première 250 grammes, eau 500 centimètres cubes, acide tartrique 2^{er},5. On filtre après quarante-huit heures, on concentre et l'on ajoute 5 grammes de sucre. Fermentation très-lente. Elle continue peu à peu ; le gaz se dégage en très-petite quantité ; il se produit des moisissures, et après quatorze jours la fermentation n'est pas achevée.

4° expér. — La levûre qui a servi à préparer l'eau précédente est délayée de nouveau dans 500 centimètres cubes de ce liquide avec 2^{er},5 d'acide tartrique ; on répète une troisième fois cette macération, et chaque fois les substances sont restées en contact pendant quarante-huit heures. On prélève alors 8 grammes de cette levûre, on la délaye dans 200 centimètres cubes d'eau avec 20 grammes de sucre. — Après vingt-quatre heures, pas de gaz ; sucre interverti = 6^{er},62 ; après soixante-douze heures, pas de gaz ; sucre interverti 8 grammes. Cette levûre n'a plus la puissance de provoquer la fermentation, car les 20 grammes de sucre sont finalement retrouvés dans la liqueur bouillie avec un peu d'acide sulfurique.

5° expér. — Levûre 200 grammes, eau 1000 centimètres cubes, acide tartrique 25 grammes.— On maintient à 45 degrés pendant trois heures, on filtre. La liqueur ne

produit plus la fermentation du sucre. — Une deuxième expérience donne exactement le même résultat.

6° expér. — Levûre 100 grammes, eau 1600 centimètres cubes, acide tartrique 100 grammes. — La température a été de 20 degrés environ pendant les treize jours que le contact a duré. L'acidité de la liqueur et son degré au polarimètre n'ont point changé. On recueille ensuite la levûre, qui ne produit plus du tout la fermentation alcoolique.

Il est aisé de s'assurer que dans l'action de l'acide tartrique sur la levûre, sans sucre, il se produit de l'acide butyrique quand la quantité d'acide tartrique est suffisante et le contact prolongé.

Toutes les fois que l'on a fait agir l'acide tartrique à haute dose sur la levûre, les liquides ont donné par la concentration, non-seulement de l'acide tartrique, mais encore de l'acétate de potasse et aussi d'autres cristaux, qui diffèrent des précédents ainsi que du tartrate de potasse. Ils contiennent un acide organique non odorant et des traces de chaux. Nous ne faisons que signaler ce fait, qui s'est présenté plusieurs fois à l'observation, mais qui demande des recherches ultérieures.

J. Fermentation par l'eau de levûre première obtenue en présence des acides, ceux-ci étant ensuite neutralisés. — Eau 100 centimètres cubes, levûre 20 grammes, acide 0^{gr},2; on filtre après vingt-quatre heures, on neutralise l'acide, on filtre de nouveau s'il s'est produit un précipité et l'on ajoute 5 grammes de sucre. (Voyez le tableau suivant, p. 83.) }

On voit quelle différence il y a quand la fermentation a lieu en présence de l'acide libre ou de celui-ci neutralisé après qu'il a agi sur la levûre. On aurait pu penser que les résultats auraient dû être à peu près identiques, mais on n'a

TEMPS ÉCOULÉ.	1 ^{re} EXPÉRIENCE.		2 ^e EXPÉRIENCE.		3 ^e EXPÉRIENCE.		4 ^e EXPÉRIENCE.		5 ^e EXPÉRIENCE.		6 ^e EXPÉRIENCE.	
	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti
72 heures.....	Commen- ce.	»	Néant.	Néant.	Très-ac- tif.	Néant.	»	»	Lente.	»	Néant.	»
96 heures.....	»	»	Néant.	Néant.	Elle est terminée après 9 jours.	Tout le sucre disparaît	45 ^{cc} (lente.) La fermentation est arrêtée (1).	3,64	Énergi- que.	»	Néant.	Tout le sucre est interverti
6 jours.....	Très-ac- tif.	»	Néant.	Néant.	»	»	»	»	»	»	Néant.	»
15 jours.....	Terminé.	»	Néant.	Néant.	»	»	»	»	»	»	Néant.	Tout le sucre a dis- paru.

(1) On a vu précédemment que si l'on neutralise l'acide tartrique par l'eau de chaux, la fermentation est très-active.

qu'à comparer les deux séries d'expériences pour voir qu'il n'en est rien. Tantôt la neutralisation de l'acide a été favorable (acide arsénieux et chlorhydrique), tantôt, comme avec l'acide sulfurique, la neutralisation par la baryte a arrêté net toute fermentation.

K. *Fermentation en présence des sels.* — Le poids des sels a été calculé de telle sorte que la quantité, ajoutée à l'eau de levûre, représentait 1 gramme de sel anhydre.

1° Levûre une partie, eau 5 parties, température 25-26°; on filtre après vingt-quatre heures, on ajoute le sel, puis 5 grammes de sucre pour 100 centimètres cubes de liquide: (Voyez le tableau suivant, page 85.)

2° Levûre une partie, eau 2 parties. Le reste comme précédemment. (Voyez le tableau suivant, page 86.)

Avec le chlorhydrate d'ammoniaque, l'iodure de potassium et le chlorure de baryum, les fermentations ont marché comme dans la 1^{re} série, seulement la levûre produite était plus abondante; avec l'iodure de potassium elle était mêlée de cellules allongées; avec le chlorure de baryum elle a été encore un peu en retard.

On voit que les sels auxquels on attribue des propriétés antiseptiques arrêtent à peu près complètement la fermentation, mais ils n'empêchent pas l'interversion du sucre. — Et, chose remarquable, le chlorure de baryum, qui est vénéneux, n'empêche pas la production de la levûre, tandis que le sulfate de baryte paraît mettre obstacle même à l'interversion du sucre.

L. *Fermentation avec l'extrait de levûre privé de diastase.* — L'extrait a été préparé en chauffant à 70° 200 grammes de levûre dans 200 centimètres cubes d'eau pendant une heure, filtrant, précipitant par un volume égal d'alcool,

TEMPS ÉCOULÉ.	1 ^{re} EXPÉRIENCE. Acétate plombique.		2 ^e EXPÉRIENCE. Borax.		3 ^e EXPÉRIENCE. Sulfate de soude.		4 ^e EXPÉRIENCE. Arséniate de potasse.		5 ^e EXPÉRIENCE. Alun.		6 ^e EXPÉRIENCE. Sel ammoniac.		7 ^e EXPÉRIENCE. Iodure potassique.		8 ^e EXPÉRIENCE. Chlorure barytique.		9 ^e EXPÉRIENCE. Pas de sel.		
	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	Gaz dégagé.	Sucre interverti	
24 heures...	Néant.	0,54	»	2,61	3,55	Néant.	Néant.	3,63	Abondant.	Tout le sucre disparait (4).	Abondant.	Abondant.	Abondant.	Abondant.	»	»	»	0,22 restant.	
72 heures...	Néant.	2,81	»	3,75	2,81	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4,50 restant.
95 heures...	Néant.	3,21	»	3,75	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6 jours...	2,50	2,81 (1)	1,42	2,67 (1)	2,81 (2)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)	3,31 (3)

(1) Il ne s'est pas produit de levure appréciable.
 (2) Une partie du sucre a été détruite comme aux expériences 2, 3, quoiqu'il ne se soit pas dégagé de gaz.
 (3) Il ne s'est pas produit de levure.
 (4) Levure nouvelle abondante.

TEMPS ÉCOULÉ.	1 ^{re} EXPÉRIENCE. — Acétate plombique.		2 ^e EXPÉRIENCE. — Borax.		3 ^e EXPÉRIENCE. — Sulfate sodique.		4 ^e EXPÉRIENCE. — Arséniate potassique.		5 ^e EXPÉRIENCE. — Alun.	
	Gaz dégagé.	Sucre interverti.	Gaz dégagé.	Sucre interverti.	Gaz dégagé.	Sucre interverti.	Gaz dégagé.	Sucre interverti.	Gaz dégagé.	Sucre interverti.
24 heures.....	Néant.	0,88	»	0,70	»	3,51	»	3,75	»	3,75
96 heures.....	Néant.	2,50	»	2,81	»	»	»	»	»	»
8 jours.....	Néant.	3,31	56 ^{cc}	2,44	17 ^{cc}	3,21	8 ^{cc}	3,21	5 ^{cc}	3,41
	Pas de levûre.		Petite quantité de levûre et corpuscules bactériiformes abondants inertes.		Quelques rares globules beaucoup plus petits que le ferment alcoolique.		15 ^r ,4 de sucre ont été détruits; quelques rares globules et une matière filamenteuse.		Un peu de sucre a été détruit. Il y a eu production d'un peu de levûre.	

filtrant de nouveau et évaporant au bain-marie. C'est ce que Millon appelle l'extrait sans diastase — 100 grammes de levûre donnent ainsi 8 grammes de cet extrait.

1^{re} expérience. — Extrait sec 16 grammes, eau 500 centimètres cubes, sucre 50 grammes. — Après vingt-quatre heures ni gaz dégagé, ni sucre interverti. — Après trois jours: gaz dégagé = 57 centimètres cubes — Après quatre jours: gaz dégagé = 145 centimètres cubes, sucre interverti 1^{er},25. Le volume de gaz augmente rapidement: le cinquième jour, il y en a 448 centimètres cubes. Jusqu'au dix-septième jour le gaz se dégage en abondance, le dix-huitième la fermentation est terminée et il ne reste plus qu'une trace de sucre. Il s'est produit beaucoup de belle levûre de bière. On a trouvé que l'alcool anhydre s'élevait à 43^{er},3. L'acidité de la liqueur était représentée par 3^{er},27 d'acide sulfurique monohydraté (1).

2^e expér. — L'extrait a été préparé comme ci-dessus, seulement la proportion d'eau était de 2 pour 1 de levûre. Le poids du sucre mis en fermentation était de 12 grammes.

La fermentation n'a commencé qu'après vingt-quatre heures; elle n'est devenue active que le troisième jour, mais alors elle a marché rapidement; elle est achevée le seizième jour; cependant il reste encore 3^{er},41 de sucre non détruit.

3^e expér. — L'extrait a été obtenu à + 40 degrés, avec 500 grammes de levûre dans 500 cent. cubes d'eau; le liquide filtré a été concentré à + 40 degrés, puis on a précipité par l'alcool absolu, on a filtré et l'on a évaporé d'abord au soleil, puis à + 40 degrés. Le résidu humide ne pesait que 6^{er},5. On en prend 0^{er},65, qui correspondent

(1) La liqueur potassique qui a servi à cette détermination, comme à celles qui seront bientôt signalées, représentait 0^{er},0117 SO₃,HO par centimètre cube.

à 5 grammes de levûre humide. On ajoute 80 cent. cubes d'eau et 40 grammes de sucre.

Après quatre jours il s'est dégagé 20 cent. cubes de gaz, dont le volume n'augmente plus. Le cinquième jour le liquide est filant, a mauvaise odeur. Il n'y avait pas trace de sucre interverti, qui s'est retrouvé en entier, quand la liqueur eut été portée à l'ébullition avec l'acide sulfurique.

Évidemment, dans cette expérience, l'extrait a été altéré par l'évaporation spontanée au soleil, qui a exigé un temps trop long.

Mais il résulte des deux premières expériences ce fait très-important, que l'extrait de levûre, débarrassé des principes insolubles dans l'alcool, non-seulement intervertit le sucre, mais encore produit énergiquement la fermentation alcoolique, avec apparition de levûre nouvelle.

Il devenait intéressant de connaître comment agirait cette partie de l'extrait aqueux insoluble dans l'alcool et à laquelle Millon donne le nom de *diastase* de la levûre (1).

M. *Fermentation avec la diastase de la levûre.*

1^{re} expérience. — 100 grammes de levûre ont été chauffés à + 70 degrés avec 100 centimètres cubes d'eau, puis la matière, précipitée par l'alcool après filtration, a été lavée avec le même liquide; son poids était, une fois desséchée, de 0^{gr},561. On a redissous ce précipité dans 100 centimètres cubes d'eau contenant 5 grammes de sucre. La fermentation a duré quatorze jours; elle n'a commencé faiblement qu'après soixante-douze heures; le gaz ne s'est élevé qu'à 25 cent. cubes, et le quatorzième jour la liqueur cupropotassique décelait 2^{gr},31 de sucre interverti. Il ne s'est produit que des globules grêles, allongés, très-peu nombreux, et quelques corps bactériiformes.

2^e expér. — Même opération, seulement le mélange

(1) C'est cette diastase que M. Berthelot nomme *ferment glucosique* de la levûre.

d'eau et de levûre a été chauffé à 100 degrés. Après quatorze jours il ne s'était dégagé que quelques bulles de gaz; le poids du sucre interverti ne s'élevait qu'à 0^{gr},95. Il n'y avait pas de ferment produit, mais quelques bactéries. Cependant le sucre a été détruit, car après l'ébullition du liquide avec SO³, on n'en trouve encore que 0^{gr},95.

3° expér. — On ajoute à 400 centimètres cubes d'eau, contenant 10 grammes de sucre, 1^{gr},123 de diastase préparée à la température ordinaire (20 à 25 degrés). Après vingt heures, pas de gaz, du sucre est interverti. Après sept jours, le gaz s'élève à 58 cent. cubes, et il y a dans la liqueur 2^{gr},31 de sucre interverti.

4° expér. — Répétition de l'expérience n° 1, seulement la diastase n'a pas été lavée à l'alcool. On la dissout dans 120 cent. cubes d'eau et l'on ajoute 10 grammes de sucre.

Après huit jours, il ne s'est dégagé que 8 cent. cubes de gaz. Après douze jours tout dégagement a cessé, le volume total n'est que de 19 cent. cubes. Il reste 4^{gr},50 de sucre interverti. Le liquide est très-visqueux, il mousse fortement quand on le transvase; il est très-acidé, et cette acidité est représentée par 3^{gr},148 d'acide sulfurique monohydraté.

5° expér. — La diastase est obtenue en chauffant à 40 degrés 500 grammes de levûre dans 500 cent. cubes d'eau. On concentre à 40 degrés le liquide filtré, puis on ajoute un volume égal d'alcool absolu. La diastase est recueillie, délayée dans 100 cent. cubes d'eau additionnés de 10 grammes de sucre. En dix jours il ne s'est pas dégagé de gaz et l'on retrouve 9^{gr},37 de sucre interverti.

Il résulte des huit expériences précédentes que la partie de la levûre soluble dans l'eau, et précipitable par l'alcool, intervertit le sucre, comme le fait également la matière qui

reste en dissolution dans la liqueur hydroalcoolique, mais qu'elle ne produit pas la fermentation alcoolique.

En résumé, la propriété que possède la levûre de doubler le sucre en alcool et acide carbonique, ne réside pas dans une matière albuminoïde analogue à la diastase. Ceci confirme entièrement et complète ce qu'a dit M. Berthelot sur le double rôle de la levûre de bière. (Voy. Pelouze et Fremy, t. V, p. 271.)

N. *Fermentation avec la levûre rendue visqueuse par des lavages.* — On sait depuis longtemps que de la levûre soumise à des lavages répétés devient visqueuse. Malgré cela, cette levûre produit encore aisément (comme on l'a dit dans la première partie de ces recherches) la fermentation alcoolique et elle jouit de vertus au moins aussi énergiques que la levûre non modifiée, de sorte qu'on peut en conclure que la fermentation ne dépend point de l'intégrité des globules.

1^{re} expér. — Levûre visqueuse 4 grammes, eau 100 cent. cubes, sucre 10 grammes. Fermentation très-active; après cent vingt heures tout le sucre a disparu.

2^e expér. — Levûre visqueuse 4 grammes, eau 80 cent. cubes, eau de chaux 20 grammes, et sucre 10 grammes. La fermentation est très-active; après vingt-quatre heures on constate la présence de 6^{sr},35 de sucre interverti dans la liqueur. Le septième jour il ne se dégage plus de gaz et tout le sucre a disparu.

O. *On a fait une série d'expériences pour connaître la quantité de sucre que 100 grammes de levûre peuvent détruire, selon la nature de cette levûre.* — Le sucre restant a été dosé à l'état de sucre interverti et transformé par le calcul en sucre de canne.

100 grammes de levûre ont détruit, à la température

ordinaire, les nombres suivants de sucre de canne. Avec la levûre première : 437^{gr},1 ; 678^{gr},2 ; 479^{gr},2 ; 356^{gr},6 ; 585^{gr},0 ; 237^{gr},5. Avec la levûre deuxième : 163^{gr},8 ; 75^{gr},0 ; 118^{gr},0 ; 117^{gr},0. Avec la levûre troisième : 82^{gr},2 ; 71^{gr},0 ; 67^{gr},0. Avec la levûre quatrième : 21^{gr},2 ; 15^{gr},2 ; néant.

Malgré le peu de concordance de ces nombres, considérés dans chaque série, il en résulte cependant un fait général : c'est que la levûre s'use, quand elle ne trouve que du sucre dans le liquide fermentescible, et qu'elle perd peu à peu sa puissance.

Il arrive quelquefois que la levûre quatrième intervertit encore le sucre sans dégager d'acide carbonique. Elle apparaît alors au microscope déformée et constituée par des grains petits ; les nucléoles sont groupés au centre et très-apparents ; elle est mélangée à une autre levûre allongée. Cette levûre quatrième ne contient, avons-nous dit, que 2 pour 100 d'azote.

P. *Quantités d'alcool et d'acide carbonique produites par 100 grammes de sucre détruit sous l'action de différentes levûres.*

1° Avec la levûre première :

Alcool	CO ² .	Alcool	CO ² .	Alcool	CO ² .	Alcool	CO ² .	Alcool	CO ² .	Alcool.	CO ² .
p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
47,1	»	48,4	50,0	49,6	»	49,8	»	47,4	»	»	47,3
»	50,3	48,8	46,8	51,9	43,0	44,5	»	51,2	43,2	»	52,0
51,3	»	45,5	»	52,8	45,5	»	46,9	52,0	43,1	»	50,6
53,9	48,3	48,4	»	48,3	»	»	45,6	49,1	42,7	»	48,2
»	47,5	47,7	51,0	45,9	»	»	41,5	48,5	43,3	»	49,8
»	50,0	48,9	46,0	51,6	»	53,0	»	45,7	45,9	»	46,1
Moyenne de l'alcool = 49,2 Moyenne de l'acide carbonique = 46,8											

L'alcool a été dosé en distillant le liquide fermenté et en prenant la densité par la méthode du flacon. Quant à l'acide carbonique, il a été déterminé par perte à l'aide de la balance, en retenant la vapeur d'eau dans des tubes à ponce sulfurique. La quantité en dissolution dans le liquide était ajoutée.

2° Avec la levûre deuxième ;

Alcool p. 100 = 47,8	51,7	49,7	47,0	Moyenne = 49,0
CO ² . . . p. 100 = 51,4				

3° Avec la levûre troisième ;

Alcool.	CO ² .	Alcool.	CO ² .	Alcool.	CO ² .	Alcool.	CO ² .
59,9	»	51,4	44,6	49,8	»	50,3	»
47,4	»	45,2	44,2	50,8	45,0	»	»
Moyenne de l'alcool = 50,7				— de CO ² . . = 44,6			

4° Avec la levûre quatrième ;

Alcool = 55,3	47,1	52,0
CO ² . . = »	46,0	49,5
Moyenne de l'alcool = 51,4		
— de CO ² . . = 47,7		

5° Avec la levûre cinquième ;

Alcool = 50,0	50,7	47,6	Moyenne = 49,4
CO ² . . = »	45,7	52,0	Moyenne = 48,8

6° Avec la levûre sixième. — Deux fois on a essayé la fermentation avec cette levûre, mais sans succès.

Ainsi, la moyenne générale de l'alcool produit par le sucre de canne (C¹²H¹¹O¹¹) a été de 49,9, et celle de l'acide carbonique de 47,8, soit un total de 97,7. Par conséquent 100 grammes de glycose (C¹²H¹²O¹²) donneraient 47,52 d'alcool et 45,52 d'acide carbonique : total 93,04, nombre inférieur d'une unité à celui indiqué par M. Pasteur. (M. Pasteur a trouvé un poids d'acide carbonique plus fort que Millon, soit 48,71 pour 100 de sucre candi.)

Q. *Rapport entre l'acidité de la liqueur fermentée, le sucre et l'alcool produit, etc.* — L'acidité de la liqueur fermentée a été déterminée au moyen d'une liqueur de potasse, dont chaque centimètre cube correspondait à $0^{\text{sr}},0117$ d'acide sulfurique monohydraté. L'acidité est donc exprimée en SO^3, HO . L'acide carbonique était préalablement éliminé par la chaleur. Dans une expérience préliminaire, on s'était assuré qu'aucun autre acide que l'acide carbonique n'était chassé, même par une évaporation presque à siccité.

Expériences. — 400 grammes de sucre ont été dissous dans 1600 grammes d'eau; on a ajouté 200 grammes de levûre. La fermentation terminée, on a trouvé qu'un litre de liquide fermenté contenait une quantité d'acide représentée par $1^{\text{sr}},38$ d'acide sulfurique monohydraté. On a évaporé le liquide, puis on l'a ramené au volume primitif: la quantité d'acide correspondait cette fois à $1^{\text{sr}},309 \text{SO}^3\text{HO}$, nombre qu'on peut considérer comme identique avec le premier.

Dans une autre expérience, avec un liquide fermenté provenant de l'action de 220 grammes de levûre sur 440 grammes de sucre dissous dans 2200 cent. cubes d'eau, le titre acide pour 1000 cent. cubes de liquide était, avant l'ébullition, de $2^{\text{sr}},287$, et après l'ébullition de $2^{\text{sr}},015$. Ici la diminution est sensible, mais eu égard aux grandes variations observées dans l'acidité des liqueurs fermentées, cette différence devenait peu importante.

L'acidité, en effet, rapportée à 1000 cent. cubes, a varié de $3^{\text{sr}},200$ à $0^{\text{sr}},523$, en employant comme ferment la levûre première. Il a été absolument impossible d'établir de relation entre cette acidité, le sucre détruit, la quantité de levûre employée et la production d'acide carbonique et

d'alcool. Elle paraît due à des fermentations secondaires, comme d'autres auteurs l'ont admis.

Mais il résulte nettement de ces recherches : 1° que, dans une fermentation, le titre acide va en augmentant avec le temps ; 2° qu'elle est en raison directe de la destruction du sucre et de la production de l'alcool, ainsi que le prouvent les deux expériences suivantes :

1° Sucre, 62 grammes ; eau, 620 cent. cubes ; levûre deuxième, 4 grammes.

Temps écoulé.	Titre acide.	Sucre détruit.	Alcool produit.
4 jours.....	0,470	»	»
5 jours.....	0,535	56,0	7,337
7 jours.....	0,915	»	7,800

2° Sucre, 200 grammes ; eau, 1000 grammes ; levûre première, 20 grammes.

Temps écoulé.	Titre acide.	Sucre détruit.	Alcool produit.
1 jour.....	0,108	30,0	13,28
2 jours.....	0,913	50,0	27,02
3 jours.....	0,943	51,0	27,06
6 jours.....	1,243	117,0	40,00

R. De l'extrait obtenu avec le liquide fermenté (la levûre étant séparée) et de ses rapports.— Poids de l'extrait, le sucre non détruit en étant retranché, rapporté à 100 grammes de la levûre ajoutée à la liqueur.

LEVURE PREMIÈRE.	LEVURE DEUXIÈME.	LEVURE TROISIÈME.	LEVURE QUATRIÈME.	LEVURE CINQUIÈME.
11,8—12,9	9,93	4,43	5,05	4,90
12,6—12,2	6,60	7,20	3,20	
12,3—12,2	6,00	7,00	3,60	
13,5—15,2		3,90		
12,3—14,3	Moyenne = 7,5		Moyenne = 4,0	
13,3—10,9		Moyenne = 5,6		
12,6—13,3				
Moyenne = 12,8				
OBSERVATION. — L'extrait est fortement hygrométrique.				

Il résulte de ce tableau que le poids de l'extrait s'abaisse rapidement quand une levûre produit successivement plusieurs fermentations. On a cependant observé quelques cas rares où la marche du phénomène était inverse.

Il résulte encore, de la moyenne de 19 expériences, que le poids de l'extrait, rapporté à 100 grammes de sucre détruit, est de 4,8 (minimum 3,8, maximum 6,0) quand la fermentation a été produite par la levûre première.

S. *Poids de la levûre récoltée pour 100 grammes de levûre mise en fermentation :*

Avec 100 gr. de levûre	1 ^{re}	on a récolté, en moyenne,	83,2	de levûre	2 ^e	(5 ^e exp.)
—	2 ^e	—	80,9	—	3 ^e	(3 ^e exp.)
—	3 ^e	—	89,8	—	4 ^e	(3 ^e exp.)
—	4 ^e	—	93,2	—	5 ^e	(2 ^e exp.)
—	5 ^e	—	76,0	—	6 ^e	(2 ^e exp.)

Dans un cas où Millon avait employé de la levûre qui n'avait pas encore servi à la fabrication de la bière, on a recueilli 112,5 pour 100 de ferment.

En général, on récolte donc moins de levûre qu'on n'en avait mis, que la fermentation soit provoquée par la levûre première, deuxième, troisième, etc., quand l'eau ne contenait que du sucre.

Millon a recherché s'il en était encore ainsi quand on opérait avec des liqueurs tenant en dissolution une substance albuminoïde. On a choisi pour cela le gluten.

Dans une expérience préliminaire, on a déterminé quelle était la solubilité du gluten employé dans l'eau contenant 5 millièmes d'acide acétique. Millon a trouvé que 100 cent. cubes de ce liquide dissolvaient 1^{er},515 de gluten supposé sec.

1^{re} expérience. — Eau de gluten 500 cent. cubes, sucre 50 grammes, levûre première 20 grammes. — La fermentation est très-lente. Au bout de dix jours il ne s'est dégagé

que 20^{gr},75 d'acide carbonique. La fermentation paraît arrêtée. La levûre récoltée pesait 18 grammes.

2^o expér. — Comparative avec l'eau pure. — Au bout de six jours la fermentation est terminée. Il s'est produit 24 grammes d'acide carbonique, soit 48 pour 100 du poids du sucre, mais le poids de la levûre récoltée s'élevait seulement à 16^{gr},2.

3^o expér. — Répétition de l'expérience n^o 1. — En dix jours, le gaz produit est de 22^{gr},16 et le poids de la levûre de 19^{gr},2. — Dégagement gazeux retardé.

4^o expér. — Eau sans gluten. Dégagement gazeux immédiat. Il se produit 24^{gr},3 d'acide carbonique et 10^{gr},4 de levûre.

Que conclure de ceci? c'est qu'il y a des cas où le poids de la levûre retrouvée après une fermentation simple, mais peu énergique, peut descendre à 50 pour 100 du poids de celle employée. La présence d'une substance albuminoïde dissoute peut alors élever le poids de la levûre récoltée à 93 pour 100 au lieu de 50.

Ainsi que nous l'avons déjà dit en commençant, les résultats de ces nombreuses expériences ont été coordonnés avec un grand soin par M. Commaille, qui a voulu donner un dernier témoignage de dévouement à celui qui fut son maître et son ami.

Le monde savant regrettera avec nous que la mort soit venue mettre un terme à des recherches si intéressantes, que Millon lui-même désirait poursuivre et compléter.

§ VIII. — Mémoires sur les blés.

(1848-1854.)

C'est surtout à partir de 1848 que le blé devint l'objet des méditations de Millon. Une circonstance singulière fut l'origine de l'un de ses premiers travaux. A cette époque, l'hôpital militaire de Lille était un hôpital d'instruction destiné à former, conjointement avec Strasbourg et Metz, de jeunes médecins pour l'armée. A propos d'une leçon sur les blés, faite par Millon, un de ses élèves vint lui raconter les faits suivants :

Son père était meunier. Un jour un client lui apporte du blé et vient quelque temps après chercher sa farine. Il trouve que celle-ci est défectueuse, et intente un procès au meunier qu'il accuse de falsification. Le juge nomme un expert. Celui-ci ne trouve pas le gluten convenable.

La conséquence est facile à prévoir ; condamnation, amende, dommages et intérêts, frais divers, etc. Le meunier subit le tout et ne souffla mot. « Mon père, ajoutait l'élève, est complètement incapable de la fraude dont on l'accuse. Il a été injustement condamné. Au surplus, il a oublié l'affaire aujourd'hui, et si je vous en parle, c'est que peut-être il y aurait intérêt scientifique à rechercher les causes de l'erreur de l'expert, de manière à en prévenir le retour. »

Pour tous ceux qui ont connu Millon, il est facile de juger l'effet que produisit cette narration, faite d'ailleurs par un jeune homme dont la loyauté de caractère ne pouvait être suspectée. Il se transporta incontinent chez le meunier assez surpris de voir l'animation de Millon qui, il faut le dire, contrastait avec le calme philosophique du brave homme. Une enquête est aussitôt ouverte et Millon ne tarde pas à découvrir quelques restes intacts, et en grains, du blé

qui avait été l'objet du procès. Ce blé pulvérisé dans un mortier, et tamisé, fournissait une farine à gluten défectueux, et semblable à celle que l'expert avait déclarée frauduleuse. L'innocence du meunier était évidente, et Millon enchanté comptait bien sur une réclamation de sa part, mais qui fut refusée, le meunier alléguant que juges et experts étaient sujets à erreurs.

Depuis, Millon s'appliqua à retrouver des blés semblables, et établit, ainsi que nous le verrons plus loin, que le fait, bien que rare, se rencontrait cependant quelquefois.

Tel est le point de départ de tous les travaux que Millon a entrepris sur les blés.

Dans un premier mémoire d'une importance considérable, publié en 1849, Millon a fait connaître avec précision la proportion de cellulose contenue dans le blé et dans les sons; les résultats de ce travail furent confirmés dans le laboratoire de M. Liebig et, en Angleterre, par M. Fehling; M. Peligot a obtenu aussi les mêmes chiffres pour le dosage de la cellulose contenue dans les blés, tout en suivant une méthode analytique différente de celle que Millon avait employée. Enfin dans le même mémoire, ce chimiste a étudié les variations de l'eau dans les blés, les sons et les farines, et il a insisté longuement sur l'importance de l'hydratation de ces matières.

Plus tard, en 1851, les difficultés que présente la mouture des blés durs qui dominent en Algérie, et l'avantage qu'on trouve à les laver, ramenèrent Millon à ces mêmes études: il soumit les blés du Nord et ceux de l'Algérie à une analyse comparative; il réalisa le lavage des blés et leur dessiccation, sans emploi d'air chaud; il fit plusieurs observations sur les phénomènes qui se passent au contact de l'eau et du blé; il observa la pénétration lente de l'eau dans l'intérieur du

grain ; le décollement des téguments externes du blé mouillé ; et la formation par la meule, ou par tout autre appareil, d'une nouvelle classe de sons d'une composition chimique spéciale et tout à fait impropre à l'alimentation. Ces résultats ont été consignés dans plusieurs travaux communiqués à l'Académie des sciences, à la fin de l'année 1853 et au commencement de l'année 1854. Mais depuis plus d'un an auparavant, ces faits avaient acquis une certaine notoriété à Alger ; les produits nouveaux y étaient obtenus dans un moulin à vapeur de la ville et avaient circulé entre plusieurs mains. Au mois de juin 1853, Millon était mandé à Paris, et exposait ses résultats devant une commission chargée, par ordre de l'Empereur, d'améliorer le pain de munition.

Disons ici que pour toutes ses expériences, Millon était vivement encouragé par Son Excellence M. le maréchal Vaillant, qui prenait une très-grande part à la réussite de ce genre d'étude, et qui n'a jamais cessé de porter au pharmacien en chef de l'Algérie une affection toute spéciale.

Les mémoires successivement publiés par Millon seraient difficilement susceptibles d'une analyse qui rendît nettement la pensée de leur auteur. Il semble préférable de les publier ici en entier, en groupant ensemble ceux qui traitent le même sujet. Cette manière de faire mettra le lecteur mieux à même de juger l'importance de ses travaux. Cette importance, il faut bien le dire, n'a pas été appréciée en France à sa juste valeur, mais le temps réparera certainement cet oubli. Il n'en a pas été de même de l'autre côté du Rhin. Voici ce qu'un chimiste, dont le nom fait autorité dans le monde entier, M. Liebig, écrivait, au mois de mai 1868, à notre regretté collaborateur Nicklès, élève et ami de Millon, qu'il vient de rejoindre si prématurément dans la tombe :

« Le pauvre Millon mérite tous les regrets. Il paraît » qu'on n'a pas été équitable envers lui, et que ses beaux » travaux, que nous estimons infiniment en Allemagne, » n'ont pas été appréciés en France comme ils méritent de » l'être. Je connais très-bien ses recherches sur le pain de » son, et j'en ai parlé avec détail dans mes *Lettres sur la » chimie* (32^e lettre). Je suis heureux d'apprendre que vous » vous proposez d'élever à cet excellent homme un mo- » nument spirituel. »

A. *Classification des blés.* Sur les marchés, le grain de blé isolé de l'épi qui aurait pu servir à la détermination de sa variété botanique, n'est distingué que par un nom qui en rappelle habituellement la provenance : le commerce de la localité ne s'y trompe pas, mais le sens du mot échappe au loin, à la généralité des lecteurs, des agriculteurs et des parties intéressées.

En invoquant la proportion relative de gluten et d'azote, on donne des bases solides et tout à fait scientifiques à deux distinctions déjà consacrées par le langage usuel du commerce : Millon entend parler ainsi des blés *tendres* et des blés *durs*. Ce sont là vraiment deux divisions naturelles qu'on peut appuyer sur l'ensemble des caractères suivants :

Les *blés tendres* ont une cassure blanche, opaque et farineuse, d'où l'amidon s'échappe plus ou moins abondamment : le gluten y est remplacé en partie ou en totalité par un principe albuminoïde soluble et la proportion d'azote est toujours très-variable.

Les *blés durs* ont une cassure cornée, demi-translucide, sans apparence d'amidon ; tout l'azote y existe sous forme de gluten, et le poids de celui-ci est toujours un peu supérieur à la quantité de principe albuminoïde que représente

l'azote; ensuite la proportion d'azote qui est toujours élevée ne subit que des variations très-faibles.

On remarque que le chiffre élevé de l'azote ne suffit pas pour caractériser les blés durs; il n'est pas rare de rencontrer des blés tendres qui renferment autant et plus d'azote que la plupart des blés durs.

Il existe dans les blés des états intermédiaires aux deux précédents et le commerce les distingue en les qualifiant de blés mitadins ou glacés; Millon pense qu'on ferait mieux de les appeler *demi-durs*; cette dénomination, employée quelquefois, aurait pour avantage d'établir un rapprochement avec les blés durs avec lesquels ils ont, en effet, la plus grande analogie, tandis qu'ils n'en ont pas avec les blés tendres.

Pour Millon, les blés *demi-durs* ont une cassure moins ferme et moins cornée que celle des blés durs, et le point de l'écrasement est blanchâtre. La proportion de gluten qu'ils renferment se confond avec celle du principe albuminoïde; enfin ils contiennent une forte proportion d'azote qui varie peu.

Les blés *demi-durs* réussissent bien dans le nord et sont cultivés surtout dans la Champagne et le Soissonnais; ils sont aussi très-répandus dans le midi de la France.

Il est rare de rencontrer un blé dur entièrement exempt de grains *demi-durs* ou même tendres; réciproquement, les blés tendres sont le plus souvent mélangés de grains *demi-durs*; à plus forte raison trouve-t-on du mélange dans ces derniers.

Millon complète la définition de ces trois essences de blés par les caractères extérieurs du grain tirés du volume, de la couleur des téguments et du sillon.

Ainsi pour le *volume*, le grain est grêle, petit, mince, allongé, gros, renflé, etc.

Pour la *couleur*, le grain est blanc, jaune, roux, rouge, brun. L'enveloppe ou *tégument* est légère, mince, transparente, glacée ou bien opaque, épaisse, rugueuse, plissée.

Enfin le *sillon* participe aux caractères des téguments, mais le repli carpellaire qui le constitue pénètre plus ou moins dans le grain, et ce caractère, joint à ceux qui se tirent des téguments, fournissent d'excellents indices sur le taux du blutage auquel il faudra soumettre la farine.

B. *Hydratation des blés*. Le pain est le symbole trop réel de la vie du pauvre : l'étude des céréales et de leurs principaux produits touche donc, on peut le dire, au cœur même de l'hygiène publique.

Si la France est avant tout un pays agricole, si le blé est la première de ses richesses, combien n'importe-t-il pas de connaître par avance et de noter scrupuleusement tout ce qui fait varier et la nature du blé, et son rendement en pain et la valeur alimentaire du pain lui-même?

Le plus simple des faits, le plus facile à observer dans la qualité du blé, sa proportion d'eau plus ou moins grande, donne tout de suite un exemple de l'importance qu'il faut attacher à ses moindres changements de composition.

Le blé renferme, on le sait, de l'eau que la chaleur élimine facilement : cette eau est étrangère à ses principes alibiles; elle ne change rien à la qualité de ceux-ci, elle diminue seulement leur proportion. Eh bien, dit Millon, soumettons au calcul une différence d'hydratation de 4,5 pour 100; supposons qu'une année le blé renferme 18,5 pour 100 d'eau, et que l'année suivante il en renferme 14. En admettant, conformément à la circulaire du 16 novembre 1846, adressée aux préfets par le ministre de l'agriculture et du commerce, que la France consomme

120 millions d'hectolitres de froment, de méteil et de seigle, et en comptant l'hectolitre à 45 francs, ce qui est le prix moyen des années d'abondance, la France appliquera à cette seule consommation une richesse annuelle de 1800 millions; que cette richesse varie, comme nous l'avons supposé, de 4,5 pour 100, et la France se trouvera plus riche ou plus pauvre de 81 millions. Si l'on considère que le prix du blé a triplé en 1846-47, on sera forcé de reconnaître que 4,5 pour 100 d'eau de plus ou de moins feraient, en pareille matière, une différence de 243 millions.

Les oscillations que Millon admet dans l'hydratation du blé n'ont rien d'exagéré. A Lille, le blé récolté en 1847 renfermait 18,5 pour 100 d'eau, et le blé de 1848 n'en contenait que 14 pour 100 : c'est précisément la différence sur laquelle ce chimiste a appuyé son premier calcul.

Voici une autre conséquence non moins sérieuse tirée des variations de l'hydratation. On admet que le gouvernement parvienne, selon ses efforts, à une évaluation annuelle exacte de nos récoltes en céréales, et qu'on découvre qu'en 1848 le sol a produit en France 5 400 000 hectolitres de blé de moins qu'en 1847. On va s'effrayer en calculant qu'un pareil déficit conduit à seize jours de disette pour l'année, ce qui est désastreux. Cependant il n'en sera rien : la proportion d'eau moindre de 4,5 pour 100 en 1848 aura rétabli l'équilibre ; la disette n'aura été qu'apparente, et si la panification est égale pour l'une et l'autre année, ce qui doit être, elle comblera le déficit à notre insu.

Les blés moissonnés et javelés au moment des pluies abondantes et continues renferment-ils plus d'eau que ceux qui ont été moissonnés dans de bonnes conditions atmosphériques? tel est le problème que Millon a voulu résoudre.

Trois agriculteurs de l'arrondissement de Lille, dont les exploitations sont assez distantes l'une de l'autre, ont remis à Millon huit échantillons de blés qui devaient représenter, d'une part, les blés les plus répandus dans la culture du Nord, et, d'autre part, l'état moyen des récoltes de l'année courante.

La récolte de l'année 1850 a été troublée, au moment même de la moisson, par des pluies si abondantes, si continues, qu'on n'a pu faucher, ni javeler, ni engranger à temps. Les gerbes ont été largement mouillées, l'eau a pénétré les meules et la fermentation s'y est mise; enfin le blé a germé sur sa tige.

Dans de pareilles conditions, Millon s'attendait à trouver la semence fortement hydratée, chargée même d'une quantité d'eau tout exceptionnelle : il n'en a rien été. Ainsi le minimum d'eau a été de 15,22 pour 100 et le maximum de 16,05; l'hydratation moyenne de huit échantillons a été de 15,56. L'analyse de sept échantillons provenant de la récolte précédente a donné une moyenne de 17,07 d'eau pour 100.

Millon a soumis également à l'analyse un blé tendre exotique, transporté par eau et qui avait dû séjourner dans des lieux humides; sa fleur ne renfermait que 15,2 pour 100 d'eau, tandis que la farine brute en contenait 15,7 et le son jusqu'à 16,3.

Millon conclut de ses expériences que, lorsque les blés parvenus à leur complète maturité sont fortement mouillés, l'eau ne pénètre pas au delà de la partie corticale; le centre reste dans un état de siccité qui fait entrevoir des chances favorables à sa bonne conservation.

Ce mode d'hydratation devient conforme aux variations de l'atmosphère, et se trouve éclairé par l'analyse chimique.

Maintenant, et c'est ici que les données du laboratoire se convertissent en formules pratiques, lorsque la mouture du blé sera faite, si la farine reste à l'état brut, le son devra y introduire promptement les dispositions fermentescibles; si, au contraire, le blutoir divise sans retard le son et la fleur, il aura fait le partage de la partie mouillée et de la partie sèche, autrement dit, de la partie altérable et de la partie saine. Du moins est-il à pressentir que le son sera soumis à toutes les avaries du mouillage, tandis que la fleur isolée du son sera dès lors moins exposée et sans doute plus facilement conservable.

Le ligneux et l'eau constituent en définitive la somme des matériaux inertes que renferment les céréales. Quand on en a fait le compte, on connaît par différence la proportion vraie des principes assimilables.

Il était impossible, dans cet examen, de ne pas faire intervenir, de temps à autre, le dosage de l'azote, du gluten, de la graisse, des sels, etc. Millon a fait ces analyses, lorsqu'il l'a fallu, pour développer les vues principales qui naissent de ses recherches, mais il n'a pu faire de chacun de ces principes, de leurs variations et de leurs influences, l'étude qu'ils méritent et que ce chimiste serait heureux de provoquer.

C. *Hydratation des farines.* Vauquelin desséchait les farines en les chauffant à une douce chaleur. D'autres chimistes ont employé une température de + 120°, ou bien de + 130°.

Ces changements dans le mode opératoire empêchent absolument les résultats d'être comparables entre eux.

Il faut tout fixer avec précision dans cette détermination de l'eau : le degré de chaleur qu'on applique, aussi bien que la durée de celle-ci.

De la farine de blé chauffée à 130° a perdu :

Après 5 heures.	13,60 p. 100
Après 10 heures.	13,88
Après 15 heures.	14,16
Après 20 heures.	14,43

De sorte qu'après 20 heures d'expérience la perte ne semblait pas encore arrêtée ; elle était visiblement proportionnelle au temps.

A + 150° la perte ne se fixe pas encore très-vite, mais elle tend à s'arrêter ou du moins se ralentit si fortement, qu'après 15 heures à + 150°, 9 heures de plus ou de moins donnent un changement à peine appréciable.

Même farine que précédemment :

Perte à + 150° après 6 heures.	15,08 p. 100
— après 15 heures.	15,41
— après 24 heures.	15,50
— après 33 heures.	15,60

Si l'on porte la température à + 180°, on observe une destruction lente de la farine par le concours de l'air et de la chaleur.

Même farine :

Perte à + 180° après 5 heures.	15,40 p. 100
— après 10 heures.	19,67
— après 15 heures.	20,80

La comparaison des pertes supportées par la farine à + 150° et à + 180° indiquait que la combustion de la farine par l'air ne devait commencer à + 180° qu'après 5 heures environ d'application de cette dernière température ; que si la combustion s'opère à + 150°, elle est si faible qu'elle ne détruit pas un millième de la substance en 9 heures de temps. Millon en a conclu qu'il trouverait entre ces deux limites 150 et 180, la température à laquelle la

farine perdrait son eau aussi rapidement que possible, et cependant ne se réduirait pas appréciablement dans un espace de temps même assez prolongé, par une combustion lente.

L'expérience a confirmé cette vue, et en maintenant la chaleur de 160° à 170° durant 5 ou 6 heures, on a obtenu des chiffres de déshydratation identiques avec ceux qu'on obtient à $+150^{\circ}$ en 15 heures ou bien à 180° en 5 heures.

De sorte que Millon conclut qu'on arrive à la déshydratation la plus complète et la plus rapide de la farine, en la chauffant de 160° à 165° durant 5 ou 6 heures.

Il a répété les mêmes expériences sur les farines de pois, de féveroles, de maïs, de riz et de sarrasin; elles sont soumises à la même règle. Le blé et le son se trouvent dans le même cas, ainsi que la mie et la croûte de pain.

On obtient toute la précision désirable en opérant sur 4 ou 5 grammes de matière : on les introduit dans un tube de verre à minee parois, et l'on tient celui-ci plongé dans un bain d'huile que l'on chauffe par une lampe à alcool; on règle ensuite la température suivant les indications d'un thermomètre à mercure.

A la suite de cette application de la chaleur, on observe que la farine a jauni; quant au pain, il a pris dans sa masse une teinte rousse très-foncée, qui rappelle l'aspect de la croûte : mais son goût n'a rien d'empyreumatique; loin de là, on y trouve une saveur particulière qui n'est pas désagréable.

Après avoir déterminé rigoureusement les conditions de l'expérience, Millon a passé en revue un grand nombre de farines. Le fait qui frappe le plus, c'est le peu d'écart qu'on observe entre les farines, sous le rapport de la quantité d'eau.

Vingt-huit farines de première qualité prises à la halle

de Paris, le 25 septembre 1847, ont donné 14,63 pour 100 d'eau au minimum, 16,68 pour 100 au maximum, et la moyenne 15,56.

1.	Farine (Destors, de Gonesse).....	16,50
2.	— (Boulard frères, de Saint-Maur, près Paris)..	14,68
3.	— de Champagne (messenger de Troyes, Aube)..	15,59
4.	— de Pontoise (Soucard, Truffaut).....	16,59
5.	— de Vexin (Morand de Morine).....	16,03
6.	— Roland, de Meaux.....	15,37
6 bis.	— Idem.....	15,89
7.	— Darblay.....	15,60
7 bis.	— Darblay, pays de Brie.....	15,18
8.	— de Brie (Venois, de Provins).....	14,63
9.	— Idem (Laperche, de Provins).....	15,39
10.	— Idem (Delarue, de Compan).....	16,15
11.	— de Normandie (Dectramoy, Eure).....	16,27
12.	— Idem Morel (de Vernon).....	16,16
13.	— de Valensart (de Senlis).....	15,50
14.	— de Picardie (Fasquel, de Senlis).....	15,84
15.	— Idem (Queste père).....	16,22
16.	— Idem (Vallon, de Marolles, près de Villers-Cotterets).....	14,77
17.	— Idem (Nicolle, de Routigny).....	16,68
17 bis.	— Idem.....	14,99
18.	— Idem de Maintenox (Barre-Pinard).....	15,84
19.	— de Beauce (Monnet, de Dreux).....	15,76
20.	— Idem (Jouguet, de Chartres).....	15,96
21.	— Idem (Massot, de Vinerville, près Chartres).	15,89
22.	— Idem (Péan, de Châteaudun).....	15,88
23.	— d'Orléans (Doussaint-Péan).....	15,40

Toutes ces farines renferment une quantité d'eau presque pareille, puisqu'elles ne diffèrent que de 2 pour 100.

C'est un fait très-important que cette conformité de l'hydratation des farines qui se versent à Paris, en suivant un rayon assez étendu dans les directions les plus opposées, le Vexin, la Beauce, la Brie, la Picardie, la Normandie et la Champagne. Cette conformité permet d'espérer que l'on connaîtra, sans trop multiplier les expériences, le degré d'hydratation des blés récoltés dans la France entière; elle

prouve, en outre, que les considérations qui ont été présentées sur l'importance de la détermination de l'eau, dans l'évaluation annuelle de nos richesses en céréales, n'ont rien de factice ni d'exagéré : elles sont parfaitement conformes à la nature même des faits.

Millon a fait plusieurs expériences sur des farines d'origine très-diverse, provenant des années 1846, 1847 et 1848, et voici les résultats comparatifs qu'il a obtenus :

	Eau p. 100.
1847. Farine brute de blé tendre (Nord).....	18,2
1848. Farine brute de blé tendre (Nord).....	14,0
1848. Autre farine (Nord).....	14,5
1846. Farine brute de blé dur (Odessa).....	14,2
1847. Farine brute de blé dur (Odessa).....	16,4
1846. Farine brute de blé tendre (Brie, de Champagne).....	15,7
1847. Farine brute de blé tendre (Brie, de Champagne).....	17,5
1846. Farine brute de blé tendre exotique.....	14,3
1847. Farine brute de blé tendre exotique.....	16,4

Ces variations sont petites, et il y a loin de là au minimum de 6 et au maximum de 25 qu'on trouve indiqués dans quelques ouvrages. Le minimum est de 14,0 et le maximum de 18,2. Des comparaisons plus étendues révéleront sans doute des différences plus considérables, mais jusqu'ici Millon est disposé à mettre sur le compte de dosages insuffisants la proportion d'eau de 6, 8 et même de 10 pour 100. Quant aux quantités d'eau qui atteindraient 20 et 25 pour 100, elles doivent caractériser des années pluvieuses au moment de la récolte, ou bien des localités exceptionnelles. Dans les années courantes et dans les circonstances habituelles, elles signalent certainement une addition d'eau coupable.

La connaissance exacte et pour ainsi dire officielle du degré d'hydratation que présentent les farines suivant leur provenance préviendra des fraudes très-dangereuses et

fournira aux expertises une base qui, à cette heure, leur manque totalement.

D. *Hydratation comparée du blé et du son.* On présumerait volontiers que l'hydratation du blé est la même que celle de la farine : il y a cependant une action de la meule qui est quelquefois marquée et qui tend à affaiblir dans la farine la proportion d'eau du blé.

Des exemples de cette action ont été recueillis principalement au moulin du quai de Billy; tout le système avait été démonté et soigneusement nettoyé sous les yeux de M. Darblay lui-même, et la farine fut prise au milieu de la mouture de 50 hectolitres de blé.

	Eau p. 100.
Blé tendre indigène de 1847 (Brie et Champagne)	18,6
Farine brute retirée du blé.....	17,5
Différence.....	1,1
Blé tendre exotique de 1846.....	16,5
Farine brute retirée du blé.....	15,7
Différence.....	0,8
Autre blé tendre exotique.....	15,06
Farine brute retirée du blé.....	14,02
Différence.....	1,4
Blé dur (Odessa, 1846).....	14,0
Farine brute retirée du blé.....	14,0
Différence.....	0,0
Blé dur (Odessa, 1847).....	16,4
Farine brute retirée du blé.....	16,0
Différence.....	0,4
Blé tendre indigène (Nord, 1847).....	18,6
Farine brute retirée du blé.....	18,2
Différence.....	0,4

Cette perte d'eau est très-variable, puisqu'elle a été nulle dans un blé dur (Odessa, 1846), tandis qu'elle a atteint près de 1 et demi à l'égard d'un blé tendre exotique.

Il faut attribuer cette déshydratation du moulin, d'une part à l'échauffement que la meule détermine dans la farine, et d'autre part, à l'hydratation élevée du blé, mais surtout à l'eau que le blé a pu prendre lorsqu'il a séjourné dans des lieux humides, ou peut-être même lorsqu'il a été mouillé. Le blé qui a été soumis à cette influence de l'humidité ou du mouillage devait contenir son excès d'eau à la périphérie des grains; Millon a constaté qu'il en était ainsi par l'examen du son. Tandis que la farine brute donnait 15,7 pour 100 d'eau, le son retiré de cette même farine en contenait 16,3 : la fleur ne renfermait au contraire que 15,2.

Si au contraire le son provient d'une farine très-hydratée, mais dont le blé n'a pas été humecté, l'hydratation est égale dans le son et dans la farine. La meule a agi sur toutes les parties du grain, sur le centre qui produit la fleur de farine comme sur l'épiderme qui produit le son. Millon a constaté cette disposition dans un blé indigène qui renfermait 18,6 pour 100 d'eau. La farine brute de ce blé a donné 17,6, et le son 17,8.

Le blé dur d'Odessa hydraté à 14 pour 100 a donné la même proportion d'eau dans le blé, dans le son et dans la fleur.

En résumé, un blé s'est-il imprégné d'eau, il perdra à la meule, et la fleur qu'on en retirera sera moins hydratée que le son.

Le blé est-il fortement hydraté par l'eau de végétation seule, il perdra encore à la meule, mais le son et la fleur contiendront une proportion d'eau sensiblement égale.

Enfin, dans le cas d'un blé sec et peu hydraté, le chiffre de l'eau sera le même dans le son, dans la fleur et dans le blé.

Le dosage de l'eau donne ici des indications d'une déli-

catasse extrême, qui échappent à tout autre mode d'investigation.

On comprend combien ces faits sont importants pour le meunier qui se paye souvent en retenant sur la farine quelques centièmes du poids du blé. Il peut perdre, dans son ignorance des phénomènes de l'hydratation, une partie de son bénéfice légitime. Il peut au contraire, en mouillant le blé, augmenter illicitement le gain que le propriétaire est disposé à lui accorder.

Une détermination d'eau préviendrait toute erreur et toute manœuvre au préjudice de l'une et l'autre partie.

Il serait inutile de représenter, au sujet de l'achat du blé, l'importance de contrôler la quantité d'eau; l'intérêt est le même que pour l'achat des farines; mais l'intérêt redouble lorsqu'il s'agit des approvisionnements. La conservation du blé, en effet, est sous la dépendance de son hydratation; un blé sec se conserve des siècles; un blé chargé d'eau est exposé à de nombreuses avaries dans l'année même de sa récolte; ces faits sont notoires. Reste à savoir exactement à quel degré d'hydratation la conservation devient possible.

A côté de cette question capitale de l'altération du blé se trouve la question des déchets réguliers. C'est là une source de contestations délicates pour les administrations qui ont à surveiller de grands magasins. Tous les blés perdent-ils au grenier? Cette perte est-elle considérable? On n'en possède jusqu'ici aucune évaluation certaine; on pressent de grandes variations dans le déchet, suivant la nature des blés, suivant la période de l'année qu'ils traversent, suivant le lieu où ils sont emmagasinés, suivant l'aération du lieu, suivant un pelletage plus ou moins fréquent et quelques autres conditions secondaires; mais si nombreuses que soient ces circonstances, il sera facile main-

tenant de les suivre l'analyse en main, et deux ou trois années de dispositions combinées et calculées d'avance jetteront une lumière très-satisfaisante sur ce sujet plein d'obscurité.

E. *Hydratation du pain.* Il est facile de déshydrater un fragment de pain, soit de la mie, soit de la croûte. Mais il est impossible de calculer sur la quantité d'eau de ce fragment, qui pèse 5 ou 6 grammes, le degré d'hydratation d'un pain tout entier. C'est cependant cette dernière hydratation qu'il faut connaître. Partout où l'on tend à introduire de l'économie et de la surveillance dans la fabrication du pain, on se pose ce problème : *Combien un poids connu de farine, soit un quintal métrique, peut-il fournir de kilogrammes de pain?* Deux farines inégalement hydratées ne peuvent pas rendre un même poids de pain lorsqu'elles sont soumises au même travail de panification, et deux farines semblables atteindront des rendements inégaux suivant la quantité d'eau qui aura été incorporée au pain. Dans le régime actuel de la taxe et de même dans les manutentions militaires, le degré d'hydratation du pain serait le premier point à régler; un boulanger qui donne un poids d'eau à la place d'un poids de pain frappe toujours la bourse du consommateur, il frappe la bourse et la santé lorsque le consommateur est pauvre et qu'il ne mange pas du pain à son appétit. 5 pour 100 d'eau de plus ajoutés chaque jour au pain représentent, à la fin de l'année, une disette de 18 jours, et peuvent changer pour l'ouvrier malheureux une année d'abondance en une année de privations.

Il n'y a pas à nier ces calculs et leur conclusion. Si l'on affirme que 5, 6, 7 et 8 pour 100 d'eau en plus, qui changent à peine les qualités extérieures du pain, sont aussi inaperçues par nos organes et ne peuvent à la longue y porter aucune atteinte, il faut déclarer du même coup que

la disette des récoltes n'existe jamais que dans les esprits, que pour combler un déficit de 18, 20, 25 et même 30 jours, ce qui dépasse les limites de nos récoltes les plus stériles, il suffira de prescrire aux boulangers de mettre, en ces années de détresse, 5, 6, 7 ou 8 pour 100 d'eau de plus dans leurs produits. Ce n'est pas que cette tolérance dans l'addition d'eau ne puisse venir en aide aux moments de rareté des céréales, à peu près comme la réduction de la ration à bord des navires à court de provisions; mais pour tirer parti de ces faits d'hydratation dans la crise de nos subsistances, il faudrait que l'hydratation du pain fût soumise à des règlements et devint l'article essentiel de la police alimentaire. Ces considérations redoublèrent le désir de Millon, d'appliquer à la déshydratation du pain des moyens aussi simples que ceux qu'il a indiqués pour le blé et la farine.

Il a d'abord constaté qu'il n'y a aucun parti à tirer de l'hydratation d'une portion de la mie et de la croûte; en prenant 5 ou 6 grammes de l'une et de l'autre à différentes régions du pain, on obtient des variations énormes.

Ainsi en examinant différents pains très-rapprochés l'un de l'autre par l'hydratation de la masse totale, il a obtenu pour la croûte de chacun d'eux des nombres qui sont dans une grande divergence.

On peut en juger par le tableau suivant, dont les analyses ont été fournies par un pain blanc de première qualité :

	Eau p. 100.		Eau p. 100
N ^o 1. Croûte supérieure	20,75	Le pain tout entier.	34,98
2. —	23,92	—	36,65
3. —	22,71	—	36,54
4. —	21,57	—	38,74
5. —	23,69	—	36,72
6. —	17,31	—	34,51
7. —	14,26	—	34,05
8. —	17,04	—	35,09
9. {	19,65 }	—	39,52
{ Croûte inférieure..	13,23 }	—	39,52

L'hydratation de la mie ne s'accorde guère mieux avec celle du pain; ainsi, pour les mêmes pains que ci-dessus, Millon a obtenu :

		Eau p. 100.
N ^o 1.	Mie du centre.....	46,69
2.	Id.	39,82
3.	Id.	42,49
4.	Id.	46,00
5.	Id.	43,22
6.	Id.	44,55
7.	Id.	45,04
8.	Id.	43,21
9.	Id.	44,09

L'idée d'agir sur un pain entier est très-naturelle; mais la dessiccation d'un pain de deux ou trois livres est une opération embarrassante. Avec des étuves de construction appropriée, on se tire d'affaire; le pain entier divisé en petits morceaux se déshydrate aussi complètement qu'un échantillon de farine ou de blé du poids de 5 grammes.

Millon a cherché à éviter ces constructions d'étuve et à réduire le pain mis en expérience à un poids qui permet de faire usage d'un appareil simple et facile à transporter. Lorsque le pain est de forme régulière, comme un pain de munition, on parvient à représenter exactement la masse, en prélevant un morceau de 100 à 150 grammes. On coupe ce morceau en dessinant aussi exactement que possible un segment de cercle à angle très-aigu qui se dirige du centre du pain vers sa circonférence; on choisit, de cette façon, deux morceaux à peu près égaux qu'on introduit dans deux flacons de verre mince, aplatis sur une de leurs faces de manière à s'accoler facilement l'un à l'autre. Les flacons sont introduits et fixés dans un cylindre de cuivre qui a 18 centimètres de diamètre et 20 centimètres de hauteur. Ce cylindre est ensuite rempli d'huile et supporté par un autre cylindre de tôle, haut de 27 à 28 centimètres et large de 24, qui fait office de réchaud. On introduit,

par l'un des côtés du cylindre de tôle où l'on a ménagé une ouverture convenable, une lampe à alcool à mèche circulaire, dont le réservoir reste hors du réchaud. Tout ce système arrive facilement à une température de 165 degrés. On fixe la hauteur de la mèche dès qu'on est arrivé à ce degré qu'il ne faut pas dépasser et, à la suite de trois ou quatre expériences, on peut régler si bien la quantité d'alcool à introduire dans la lampe, qu'il suffit, dans les opérations suivantes, d'amener la température du bain d'huile à 165 degrés. On se dispense alors de toute surveillance, car la lampe en s'éteignant d'elle-même, faute d'alcool, arrête la chaleur au bout du temps voulu.

Le cylindre de cuivre, faisant office de bain d'huile, portera à son pourtour cinq ou six douilles destinées à recevoir, l'une un thermomètre, les autres des tubes de verre contenant des échantillons de farine ou de blé qui se déshydrateront en même temps que le pain.

Des expériences réitérées ont montré qu'il est facile de déterminer très-exactement l'eau que renferme le pain de munition. En employant l'appareil précédent, 100 ou 150 grammes de pain se déshydratent tout aussi vite et aussi complètement que 4 ou 5 grammes de blé ou de farine.

Avant d'appliquer ces résultats de la déshydratation, au contrôle du rendement d'une farine, Millon devait se demander si la chaleur, en enlevant de l'eau à la farine et au pain, laissait de part et d'autre la même substance intacte. Les principes de la farine, transformés par la panification, auraient pu perdre à l'état d'eau une partie de leurs éléments qui seraient au contraire retenus dans la farine elle-même. On a si souvent parlé de production d'alcool dans la fermentation panitaire, qu'il s'attendait encore à un déchet notable dans la matière sèche. Mais il n'en est rien.

La portion de farine qui se transforme en acide carbonique est tellement petite qu'elle ne dépasse pas, à coup sûr, quelques millièmes. Millon en a acquis la preuve, dans une série d'expériences exécutées parallèlement à des expériences de manutention. Il a supposé la matière alimentaire intacte, et déterminant d'une part l'eau de la farine, d'autre part l'eau du pain, il a calculé sur ces deux données ce que 100 kilogrammes de la farine employée avaient dû fournir en kilogrammes de pain fabriqué. On établissait le rendement réel à la manutention, et les nombres que fournissait l'expérience du laboratoire concordaient toujours d'une manière satisfaisante avec les nombres de la boulangerie. Ces rapports ont été constatés dans neuf expériences consignées ici : la farine employée était blutée tantôt à 10, tantôt à 15.

	Rendement en pain calculé pour 100 kil. de farine.	Rendement obtenu pour 100 kil. de farine.
N ^o 1.	136,0 kil.	135,0 kil.
2.	137,0	137,0
3.	131,5	132,0
4.	136,0	134,5
5.	133,0	133,0
6.	134,5	133,0
7.	135,0	134,0
8.	137,0	137,5
9.	133,0	134,0

L'hydratation a varié dans les pains précédents de 36,5 à 40 pour 100, mais Millon a eu lieu d'examiner du pain militaire de bonne qualité, en apparence du moins, qui contenait 42 et 43 pour 100 d'eau.

Les neuf expériences, comprises dans le tableau précédent, suffisent-elles pour déclarer qu'on peut désormais connaître, sur un échantillon de farine, ce qu'elle doit fournir de pain, à un degré déterminé d'hydratation? Le principe est rigoureusement vrai, Millon en a la conviction; on en aura l'application et le profit dès qu'on sera bien décidé à le faire intervenir comme contrôle dans les grandes

gestions. Il deviendra aussi, un jour ou l'autre, la base principale de la taxe du pain. Cependant, il ne se dissimule pas que les expériences qu'il a produites sont encore trop restreintes; elles devront être suivies sur une série plus étendue; il faut régulariser la cuisson du pain, préciser toutes les conditions du ressuage, insister sur le choix de l'échantillon et sur les moindres détails de l'expérience. Il faut que ces faits d'hydratation, qui sont à cette heure la propriété exclusive du laboratoire, deviennent si simples, si faciles à observer, si constants, si évidents, que les fabricants honnêtes, au lieu de s'en effrayer, soient heureux de les voir convertis en formules administratives et en articles de police.

Millon termine ces considérations en construisant deux tableaux qui montrent combien il est injuste, dans l'évaluation du rendement et dans la fixation de la taxe, de ne pas tenir compte de l'eau contenue dans la farine et dans le pain.

Le tableau n° 1 indique ce que 100 kilogr. de farine rendent en kilogr. de pain, suivant que la farine contient

TABLEAU N° 1.

100 kilogrammes de farine rendent en pain :

FARINE.	PAIN à 36 % d'eau.	PAIN à 37 % d'eau.	PAIN à 38 % d'eau.	PAIN à 39 % d'eau.	PAIN à 40 % d'eau.	PAIN à 41 % d'eau.	PAIN à 42 % d'eau.
	k	k	k	k	k	k	k
A 14 % d'eau...	134,3	136,5	138,7	140,9	143,3	145,7	148,2
A 15 % d'eau...	132,8	134,9	137,0	139,3	141,6	144,0	146,5
A 16 % d'eau...	131,2	133,3	135,4	137,7	140,0	142,4	145,0
A 17 % d'eau...	129,6	131,7	133,7	136,1	138,3	140,7	143,4
A 18 % d'eau...	128,1	130,1	132,1	134,5	136,7	139,1	141,8
A 19 % d'eau...	126,5	128,5	130,5	132,9	134,0	137,5	140,0

14, 15, 16, 17, 18 et 19 pour 100 d'eau, et suivant que

le pain fabriqué en renferme 36, 37, 38, 39, 40, 41 et 42 pour 100.

On voit, d'après ce tableau, que 100 kilogr. de farine rendront depuis 126^k,5 de pain jusqu'à 148^k,2. Il suffira que la proportion d'eau varie de 6 pour 100 dans la farine, et de 7 pour 100 dans le pain ; ce sont des variations très-admissibles.

Le tableau n° 2 offre le même calcul appliqué au rendement de 99 kilogr. de farine en rations de 750 grammes.

TABLEAU N° 2.

99 kilogrammes de farine rendent en ration de 750 grammes :

FARINE.	PAIN à 37 % d'eau.	PAIN à 38 % d'eau.	PAIN à 39 % d'eau.	PAIN à 40 % d'eau.	PAIN à 41 % d'eau.	PAIN à 42 % d'eau.
	k	k	k	k	k	k
A 14 % d'eau.	180,2	183,1	186,1	189,2	192,4	195,7
A 15 % d'eau.	178,4	180,9	183,9	187,0	190,1	193,4
A 16 % d'eau.	176,0	178,8	181,7	184,7	187,9	191,1
A 17 % d'eau.	173,9	176,7	179,6	182,5	185,7	188,9
A 18 % d'eau.	171,8	174,5	177,4	180,3	183,4	186,6
A 19 % d'eau.	169,7	172,4	175,2	178,2	181,2	184,3

Ainsi, dans les manutentions militaires, le rendement de 99 kilogr. de farine peut osciller entre 169,7 rations et 195,7. Ces deux chiffres extrêmes dispensent de toute réflexion.

F. *Du ligneux contenu dans le blé.* L'enveloppe corticale des grains de blé est formée par du ligneux auquel adhèrent si fortement les autres principes assimilables qu'aucun moyen mécanique ne saurait les en isoler. Le son qu'on rejette dans cette intention entraîne toujours avec lui de la matière amilacée qui blanchit une des faces de la pellicule et qu'on détache par de simples lavages à l'eau froide.

Comme le ligneux ne se digère pas, on fait le sacrifice de la substance nutritive qui lui est adhérente, afin d'alléger l'intestin d'une matière inerte. On prélève ainsi une quantité de son qui est de 15 à 20 et même 25 pour 100 du poids de la farine brute.

Cette élimination du son, désignée sous le nom de blutage, cause une perte considérable dans les richesses de nos céréales; le son est en effet, comparativement au blé, d'une valeur minime. Il est devenu impropre à la nourriture de l'homme et ne peut plus servir qu'à celle des bestiaux. Il s'ensuit que plus une farine est blutée, plus son prix s'élève : le prix du pain s'accroît d'autant. On conçoit donc que partout où l'on vise à fabriquer le pain économiquement on s'efforce de réduire le taux du blutage; c'est ainsi que, dans les manutentions militaires, la farine de blé tendre est blutée à 15 pour 100 et celle de blé dur à 5 pour 100. Dans plusieurs localités, le pain de qualité inférieure se taxe également sur un blutage dont le taux est plus ou moins fort.

Cette pratique est bonne si le son doit vraiment être rejeté, mais encore demanderait-elle une surveillance active. Il faudrait que le blutage se fit loyalement au taux voulu; mais comment s'en assurer? comment découvrir dans le pain fabriqué la quantité de son extraite de la farine brute? Les blés d'ailleurs renferment des proportions de son si différentes, qu'ici un blutage de 10 pour 100 laisse autant de son dans la farine que là un blutage de 5 pour 100.

C'est en cherchant à résoudre ces difficultés (1) que

(1) Lorsqu'on possède en même temps un échantillon de la farine brute et un échantillon de la farine blutée qui en provient, il est facile de s'assurer qu'on a retiré 5, 10 ou 15 pour 100 de son; on fait passer pour cela l'une et l'autre farine par un blutoir de petite dimension, et l'on pèse le son que l'on retire de chaque côté. La différence des poids exprime très-exactement le degré du blutage; on en a fait l'expérience sur un petit blutoir long de 64 centi-

Millon a constaté un fait qui change entièrement la face du problème.

Il a reconnu qu'on s'exagérait beaucoup la proportion de ligneux que renferme le blé. L'idée générale qui semble avoir, jusqu'à ce jour, dirigé les opérations du blutage, attribuée au blé une quantité de cellulose si forte, qu'il faut à tout prix l'éloigner pour rehausser la qualité du pain; mais quand on recherche les faits positifs sur lesquels cette croyance repose, on n'en trouve réellement pas d'une autorité suffisante.

L'excellent ouvrage de M. Boussingault est le seul où l'on trouve un dosage authentique du ligneux; il l'évalue à 7,5 pour 100 du poids du blé. Il est vrai qu'il existe sur ce point des témoignages très-contradictoires; mais celui de M. Boussingault a seul un caractère d'autorité.

Une seule analyse ne pouvait suffire, et la preuve, c'est qu'en analysant les blés de la nature la plus diverse, on a obtenu des résultats qui s'éloignent beaucoup de 7,5 pour 100. La proportion la plus forte de ligneux que Millon a trouvée dans les farines de blé tendre indigène ne dépasse pas 2,38 pour 100, et le blé dur n'en a donné que 1,25.

Voici, du reste, les résultats des expériences faites par Millon :

	Poids de la farine brute. gr.	Poids du ligneux. gr.	Pour 100.
Blé dur (Odessa, 1847).....	10,0	0,125	1,25
1° Blé tendre exotique (1847).....	10,0	0,155	1,55
2° — — (1847).....	10,0	0,158	1,58
Blé tendre indigène, 1847 (Nord).....	25,0	0,643	2,38
1° Blé tendre indigène, 1848 (Nord).....	20,0	0,449	2,24
2° — — 1848 (Nord).....	20,0	0,459	2,28
Autre blé tendre indigène, 1848 (Nord).....	25,0	0,379	1,51

mètres : il fournissait exactement les mêmes résultats qu'un blutoir long de 1^m,45. Mais si le son avait été remoulu et remis dans la farine, la fraude échapperait encore à ce moyen mécanique; il faut alors recourir aux méthodes chimiques décrites plus loin dans ce mémoire.

Le procédé mis en usage est de la plus grande simplicité : il consiste à traiter successivement la farine par une eau acidulée et par une eau alcaline.

On pèse 20 à 25 grammes de farine brute, qu'on introduit dans un ballon de verre d'une capacité de 1 litre et demi à 2 litres, puis on y verse 140 à 150 centimètres cubes d'une eau acidule qui renferme :

Eau distillée.....	20
Acide hydrochlorique fumant.....	1

On porte l'eau acidule à l'ébullition de 15 à 20 minutes, on ajoute un demi-litre d'eau distillée, et, au bout de quelques instants, on décante celle-ci sur un filtre destiné à recueillir le ligneux; après quatre ou cinq additions d'eau, on jette le ligneux lui-même sur le filtre; on le rassemble avec une pissette au fond du filtre, on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage soit sans action sur le papier de tournesol; on laisse égoutter le filtre durant 1 heure ou 2, et tandis qu'il est encore humide on détache le ligneux avec soin, on l'introduit une seconde fois dans le ballon déjà employé et l'on verse sur lui une lessive qui contient :

Eau distillée.....	10
Potasse caustique.....	1

On répète l'ébullition en présence de la liqueur alcaline durant 15 à 20 minutes et l'on procède au lavage comme pour l'eau acidulée. On termine ce lavage par l'emploi d'une eau faiblement acidulée qui doit être enlevée elle-même jusqu'à ce que toute action disparaisse au papier de tournesol. Le ligneux détaché une seconde fois du filtre est desséché au bain-marie, puis au bain d'huile à $+ 120^{\circ}$, où il est maintenu durant 3 heures.

Après ces deux traitements le ligneux est d'un blanc grisâtre, si les lavages ont été suffisamment prolongés. Dans

le cas contraire, il serait gris ou même brun, et son dosage, très-inexact, donnerait un chiffre beaucoup trop élevé. C'est un inconvénient qu'on n'évite qu'après une certaine étude du procédé. La farine brute fournit un ligneux d'une blancheur éblouissante, en jetant celui-ci dans un flacon de chlore tant après l'action de la lessive acide qu'après celle de la lessive alcaline; on a soin d'éloigner préalablement cette dernière par des lavages.

Cette action du chlore détruit certainement jusqu'à la dernière trace de matière incrustante, mais Millon n'est pas sûr qu'elle n'endommage pas le ligneux lui-même.

Voici quelques nombres qui permettront de suivre cette action du chlore sur le son que Millon a préféré à la farine, parce que ce réactif rend les différences plus marquées :

1° Son d'un blé tendre de première qualité, 1848; dosage du ligneux par les lessives acidules et alcalines, sans chlore :

Poids du son.	Poids du ligneux.
10 ^{gr} ,0	0 ^{gr} ,872

2° Même son; même traitement que ci-dessus et, de plus, action d'un flacon de chlore d'un litre, à froid :

Poids du son.	Poids du ligneux.
10 ^{gr} ,0	0 ^{gr} ,817

3° Même son; traitement par les lessives acidules et alcalines; action d'un flacon de chlore maintenu à + 40° :

Poids du son.	Poids du ligneux.
10 ^{gr} ,0	0 ^{gr} ,720

4° Même son, traitement par les lessives acidules et alcalines; double traitement par le chlore :

Poids du son.	Poids du ligneux.
10 ^{gr} ,0	0 ^{gr} ,704

Millon fait remarquer encore que ce n'est pas sans de nombreux tâtonnements qu'il s'est arrêté au procédé qui vient d'être décrit pour le dosage du ligneux.

Ainsi il est impossible d'employer un acide plus concentré que celui qu'il indique, sans s'exposer à convertir le ligneux et le sucre en produits humiques qui gâtent toute l'opération; l'acide plus dilué agit moins vite et donne une liqueur moins facile à filtrer.

Quant au degré de la lessive alcaline, il a une grande influence sur le poids du ligneux obtenu; cependant ces variations ne changent rien à l'idée générale qui résulte des expériences précédentes. On reconnaît que, dans tous les cas, la proportion du ligneux est très-faible. Ainsi le même son a supporté les traitements suivants :

PREMIER TRAITEMENT.

Acide hydrochlorique composé de :

Eau.	40
Acide fumant.	1

Lessive alcaline composée de :

Eau.	40
Potasse.	1
Son, 10 grammes ; — ligneux obtenu, 1°	0,968
	2° 0,955

DEUXIÈME TRAITEMENT.

Acide hydrochlorique composé de :

Eau.	20
Acide fumant.	1

Lessive alcaline composée de :

Eau.	20
Potasse.	1
Son, 10 grammes ; — ligneux obtenu,	0,806

TROISIÈME TRAITEMENT.

Acide hydrochlorique composé de :

Eau.	20
Acide fumant.	1

Lessive alcaline composée de :

Eau.....	10
Potasse.....	1
Son, 10 grammes; — ligneux obtenu, 0,753	

QUATRIÈME TRAITEMENT.

Acide hydrochlorique composé de :

Eau.....	20
Acide fumant.....	1

Lessive alcaline composée de :

Eau.....	5
Potasse.....	1
Son, 10 grammes; ligneux obtenu, 0,673	

Millon a employé toujours 140 centimètres cubes de la liqueur acide et de la liqueur alcaline : l'ébullition a duré le même temps.

Quelle que soit la discussion qu'on élève sur le mode de dosage qui a été appliqué au ligneux, la proportion de celui-ci reste très-faible.

On doit tirer comme première conséquence de cette minime proportion du ligneux, que ce n'est pas elle qui autorise le prélèvement de 15, 20 et 25 pour 100 sur la masse alimentaire du blé. On ne peut pas, pour quelques millièmes de matière inerte, sacrifier un poids aussi considérable de la substance qui représente le premier aliment de l'homme.

Il fallait rechercher, dans les autres principes entraînés par le blutage, la cause d'une élimination aussi onéreuse. Millon s'est demandé avec curiosité quelle était la composition du son.

Le ligneux a été dosé avant tout, sa proportion a été petite comme le faisait pressentir la composition de la farine elle-même. Le procédé d'analyse a été le même que pour

la farine; il suffit, dans ce dosage, d'employer 10 grammes de son.

1° Son provenant du mélange de trois espèces de blé (blé tendre indigène, blé tendre exotique et blé dur) :

Son employé.	Ligneux. gr.
1° 10 grammes.....	1,023
2° Id.....	1,135
3° Id.....	1,100

2° Son provenant d'un blé tendre indigène, bluté à 18 pour 100.

Son employé.	Ligneux obtenu. gr.
1° 10 grammes.....	0,968
2° Id.....	0,987

3° Son provenant d'un autre blé tendre indigène bluté à 19 pour 100.

Son employé.	Ligneux obtenu.
10 grammes.....	0 ^{gr} ,872

4° Autre son provenant d'un blé tendre indigène bluté à 17 pour 100.

Son employé.	Ligneux obtenu.
10 grammes.....	0 ^{gr} ,753

Ainsi le son contenait de 7,5 à 10 pour 100 de ligneux.

Millon passa ensuite au dosage de l'azote, en employant le son indiqué ci-dessus et provenant d'un blé tendre indigène bluté à 18 pour 100.

Son.	
1 ^{re} analyse. — Substance employée.....	2 ^{gr} ,015
Azote, 2,42 pour 100.	

Ce qui représente 15,1 pour 100 de gluten ou de matière *albumineuse*.

2^e analyse. — Substance employée..... 1^{er},127

Azote, 2,35 pour 100; en gluten, 14,68.

Il était intéressant de mettre en regard de cette proportion d'azote du son, celle qui existait dans la farine brute et dans la fleur de farine de même blé.

Farine brute.

1^{re} analyse. — Substance employée..... 1^{er},773

Azote, 2,00 pour 100; en gluten, 12,48.

2^e analyse. — Substance employée..... 2^{es},001

Azote, 2,00 pour 100; en gluten, 12,48,

Fleur de farine.

Substance employée..... 1^{er},732

Azote, 1,02 pour 100; en gluten, 12 pour 100 (1).

La fleur de farine a une composition trop rapprochée de celle de la fleur brute, 2,00 pour 100 d'azote et 1,92, pour que l'analyse permette d'établir une distinction.

Mais, entre le son et la farine brute, la différence est palpable.

Le son renferme en moyenne 2,38 pour 100 d'azote, et la farine 2,00 : en évaluant cet azote comme matière albuminoïde, on obtient, pour la farine brute, 12,48, et pour le son, 14,9.

Ainsi le son est incontestablement plus azoté que la farine brute.

Déjà, dans l'analyse de M. Boussingault, citée plus haut, on trouve que le son renferme 20 pour 100 de gluten; la farine brute, 13,4, et le blé, 14,3. Millon a été heureux de voir ici ces résultats conformes aux siens.

Cependant, il a cru qu'il ne suffisait pas de trouver une plus grande proportion d'azote dans le son, pour con-

(1) Le dosage direct du gluten contenu dans la fleur de farine a donné 10,7 pour 100; reste 1,3 pour 100 d'albumine dont il était facile de reconnaître la présence, bien que la quantité en fût très-petite, dans les eaux de lavage.

clure qu'il renfermait réellement plus de matière albuminoïde. Cet azote pouvait s'y trouver sous une autre forme non assimilable.

Millon a versé, sur 20 grammes de son, 130 grammes d'acide acétique dilué, d'une densité de 1,0267 à $+15^{\circ}$. Le mélange, introduit dans un flacon bouché, a été agité fréquemment durant vingt-quatre heures; au bout de ce temps, le liquide a été exprimé, filtré, et l'on a pris de nouveau la densité. 20 grammes de la farine brute, qui avait produit le son précédent, ont été traités exactement de la même façon. L'acide devait, en dissolvant le gluten de part et d'autre, acquérir une densité sensiblement proportionnelle à la quantité qu'il en aurait dissoute.

Il se trouva que l'acide acétique, mis en contact du son, avait acquis une densité de 1,0394 : celui qui avait eu le contact de la farine brut ne pesait que 1,0352.

Cette expérience confirmait la présence d'une plus grande quantité de gluten dans le son, et le gluten a pu être extrait en nature par la saturation de l'acide acétique qui avait digéré sur le son.

L'alcool à 34° B. donne aussi une quantité considérable d'extrait en agissant à chaud sur le son; Millon en a obtenu jusqu'à 7,5 pour 100; tandis que la fleur de farine, traitée de même, n'a donné que 2,9 pour 100. L'extrait du son est sensiblement azoté et contient plus du quart de son poids de gluten.

Le dosage de la matière grasse a fourni encore une comparaison à l'avantage du son; 30 grammes de farine brute, épuisés par l'éther dans un appareil à déplacement, ont fourni un résidu de 0^{sr},518, soit 1,73 pour 100; le même poids de son a laissé 1^{sr},092, soit 3,64 pour 100. Le son contient donc ici deux fois plus de matière grasse que la farine brute.

Pour compléter l'examen analytique du son, Millon a déterminé en bloc les principes hydrocarbonés autres que le ligneux, à savoir : l'amidon, la dextrine et le glucose.

Il est facile d'extraire du son, des grains de fécule parfaitement définis, de la gomme, ne fournissant pas d'acide mucique, et aussi un sucre d'une saveur très-franche. Mais il serait fort difficile de doser rigoureusement ces trois principes. L'amidon, par exemple, est tellement incrusté dans l'épiderme du blé, que non-seulement on ne l'enlève que par des lavages à l'eau froide sur un tamis très-fin, mais que l'eau bouillante elle-même y laisse encore de petits agrégats amylicés qu'on retrouve par l'iode sur le champ du microscope ; il y a des difficultés d'un autre ordre pour la dextrine et le sucre. Millon a donc dosé ces principes tous trois ensemble et approximativement, en employant le procédé de M. Barreswil. Le son a été pesé, mis en ébullition avec de l'acide hydrochlorique affaibli : la liqueur acide a été saturée par un excès de potasse caustique, puis mesurée, filtrée et versée peu à peu dans la solution potassique de tartrate de cuivre. On a constaté ainsi que le son contenait environ 50 pour 100 d'amidon, de dextrine et de sucre.

Millon aurait voulu déterminer la nature du sucre ; mais cette recherche offre des obstacles. Le son ne contient pas plus de 2 pour 100 de sucre, et l'extrait alcoolique le donne mélangé de gluten, de matière grasse et d'une quantité sensible et très-reconnaissable de sucre de réglisse ; après en avoir purifié quelques grammes, on a reconnu qu'il n'agissait pas sur la solution potassique de tartrate de cuivre : il la réduit très-bien, au contraire, si on l'a fait bouillir un instant en présence d'un acide. Ce sucre dévie en outre la lumière polarisée à droite, et, après l'action des acides, la dévie à gauche.

Par conséquent, le sucre de son a les caractères optiques et chimiques du sucre de canne, mais il n'a pas été possible de le faire cristalliser.

La proportion des sels diffère énormément de celle qui s'observe dans les farines; deux expériences ont fourni les résultats suivants :

	gr.		Pour 100.
1° Son.....	3,477	Cendres.....	0,202 5,80
2° Son (1)....	4,954	Cendres.....	0,284 5,63

De sorte qu'en résumant les nombres fournis par l'expérience, on trouve que la composition du son provenant d'un blé tendre indigène récolté en 1848 (Nord), peut se représenter ainsi :

Amidon, dextrine, sucre..	50,0	} approximatif.
Sucre de réglisse.....	1,0	
Gluten.....	14,9	
Matière grasse.....	3,6	
Ligneux.....	9,7	
Sels.....	5,7	
Eau.....	13,9	

1,2 pour 100 qui manquent dans le dosage doivent appartenir tant à des matières incrustantes, résineuses, plus ou moins colorées, qu'à certains principes aromatiques, dont Millon a reconnu l'existence à diverses reprises. Ainsi, la matière grasse exhale une odeur qui rappelle l'atmosphère des moulins à farine en pleine activité. Lorsqu'on sature l'acide acétique dilué, dans lequel on a fait digérer du son, la liqueur répand le parfum du miel. La fleur de farine ne produit rien d'analogue. Taddei attribuait cette odeur du miel à la gliadine, mais ce doit être un principe distinct du gluten et de ses congénères, puisqu'il est propre au son.

Millon n'insiste pas davantage sur ces faits d'analyse ;

(1) Le son contient ici cinq à six fois autant de sels que la fleur dans laquelle on a trouvé 1,02 de cendres, la farine brute en renfermant 1,76 pour 100.

leur conclusion est simple ; elle est forcée : *le son est une substance essentiellement alimentaire.*

On appauvrit le blé dans son azote, dans sa graisse, dans sa fécule, dans ses sels, dans ses principes aromatiques et sapides, pour se débarrasser de quelques millièmes de ligneux.

D'ailleurs est-il conforme aux principes de l'hygiène et de la physiologie d'éloigner de l'estomac de l'homme tout ce qui peut y laisser un résidu ? Le bol alimentaire ne doit-il pas cheminer dans toute la longueur du tube intestinal et porter jusqu'à son extrémité une partie réfractaire ? Si notre régime s'améliore indéfiniment à mesure que nous absorbons d'une manière plus complète les matières ingérées, supprimons le règne végétal ou bien mettons-nous à vivre de l'extrait des plantes. Il n'y a probablement pas de légume qui contienne aussi peu de ligneux que le blé.

Quant à la blancheur que l'on communique au pain en éloignant le son, c'est une qualité purement idéale, dans laquelle on poursuit, par préjugé, l'essence alimentaire du blé. C'est dans le fait une élimination très-avancée de son condiment naturel.

Si l'on trouve ces conclusions bien arrêtées, si l'on en appelle à la physiologie, on reconnaît que celle-ci a déjà fait connaître ses résultats : « Un chien mangeant à discrétion du pain blanc de froment pur, et buvant à volonté de l'eau commune, ne vit pas au delà de cinquante jours. » Un chien mangeant exclusivement du pain bis militaire ou de munition, vit très-bien et sa santé ne s'altère en aucune façon. » (*Précis élémentaire de physiologie*, t. II, p. 504, par M. Magendie, 4^e édition, 1836.)

En résumé, remoudre finement le son et les gruaux, et les mélanger à la fleur, ou bien perfectionner nos moyens de mouture dans une direction précisément opposée à celle

qu'on a suivie jusqu'ici, de façon qu'ils donnent du premier coup une farine fine et homogène, tel est désormais le progrès facile à réaliser. On y trouvera immédiatement une conciliation bien précieuse, celle de l'hygiène et de l'économie. »

Dans un travail très-considérable sur la composition du blé, M. Péligot avait paru élever des doutes sur l'importance qu'il y aurait à utiliser pour l'alimentation de l'homme une substance aussi essentiellement alimentaire que le son. Comme cette conclusion a été formellement prise par Millon à la suite du travail précédent, tout à la fois chimique et économique sur le blé, la farine et le son, ce dernier chimiste a cru devoir faire quelques observations à la communication académique de M. Péligot. Mais, dans la publication complète de son mémoire, M. Péligot a donné des développements à son opinion : il paraît moins éloigné de celle qui a été émise par Millon, et toute la dissidence semble se résumer en ceci : que M. Péligot attribue à la matière grasse, qui existe en proportion assez notable dans le son, une influence fâcheuse sur le travail de la panification, tandis que Millon assure que le pain bis, dans lequel on laisse tout le son après l'avoir finement remoulu, se fabrique bien et présente des qualités irréprochables.

G. *Gluten du blé.* En 1848 et 1849, l'étude de plusieurs blés récoltés dans l'arrondissement de Lille permit à Millon de constater de grandes variations dans la proportion de gluten que fournissait leur farine. Ces blés étaient tous de la meilleure apparence ; ils avaient été recueillis et conservés par des cultivateurs soigneux, et Millon possédait, sur leur provenance, des renseignements assez complets. De son côté, il avait soin de les moudre dans son labora-

toire; la farine était analysée presque aussitôt, et l'origine du produit ne pouvait donner lieu à aucune incertitude.

Parmi ces blés, pauvres en gluten, Millon cite d'abord un blé roux anglais, qui ne fournit pas plus de 6 pour 100 de gluten sec; le gluten se rassemblait avec quelque difficulté, mais les résultats du dosage donnèrent constamment des nombres compris entre 5,7 et 6,3 pour 100. L'azote n'était pas diminué dans la même proportion; son chiffre correspondait à 10,3 pour 100 de gluten, ou mieux de principe albuminoïde.

Un autre échantillon de blé roux anglais, que Millon analysa par comparaison, contenait une proportion de gluten normale, et il lui fut impossible, à cette époque, d'établir une distinction entre le blé qui ne renfermait que 6 pour 100 de gluten et celui qui en renfermait 10.

En 1852, M. Roy, inspecteur de la Colonisation, remit à Millon plusieurs échantillons de blé qui représentaient les principaux types de la culture des environs d'Alger. Un de ces blés, récoltés à Guyotville, était remarquable par le volume du grain : c'était un blé tendre des plus beaux; Millon ne parvint pas à extraire du gluten de la farine. L'opération faite et renouvelée avec les plus grandes précautions, ne donna jamais qu'une pâte cassante qui se fendillait bientôt, et qui, délayée sous le plus mince filet d'eau et sur le tamis du tissu le plus serré, laissait à la place du gluten une matière sèche et friable. Après dessiccation, cette matière, si différente du gluten par l'aspect, représentait 4,8 pour 100 du poids de la farine. La proportion d'azote contenue dans le blé était assez forte et correspondait à 11,5 pour 100 de gluten, ou mieux de principe albuminoïde.

Millon s'en procura de nouveau l'année suivante, et

la recherche du gluten a donné un résultat analogue à celui de 1852.

En examinant ce blé de près, Millon finit par découvrir que les grains qui semblent, au premier aspect, d'une uniformité remarquable, offrent cependant deux variétés distinctes. On reconnaît dans la masse un petit nombre de grains qui, tout en conservant la même forme que les autres, sont glacés à la surface, et ont une cassure demi-cornée. On a recueilli à part ces grains glacés et l'on en a dosé le gluten; il se rassembla alors avec la plus grande facilité, et donna 11,8 pour 100 du poids de la farine.

Par opposition, Millon recueillit les grains les plus blancs, les plus féculents à l'intérieur, et leur farine ne donna plus la moindre trace de gluten.

Ainsi ce blé était composé, en très-grande partie, de grains riches en gluten et, en très-grande partie, de grains qui en sont entièrement privés.

Cette dissemblance extrême dans la nature de la matière azotée est compatible avec une similitude de formes si grande, que tous les grains, richement pourvus ou dépourvus de gluten, semblent jetés dans le même moule; il n'est même pas rare de trouver, dans un même grain, une moitié cornée et l'autre non cornée, c'est-à-dire l'une riche et l'autre pauvre en gluten.

Il vint à l'idée de Millon que cette composition du blé de Guyotville pouvait être un fait général et applicable à tous les blés tendres. Il chercha la vérification de ce fait dans l'examen de blés tendres de la nature la plus opposée à celle du blé de Guyotville: il prit un blé tendre d'Alger (n° 1), formé presque entièrement par des grains glacés, et finit par en séparer des grains moins glacés, moins cornés que les autres et assez féculents à l'intérieur (n° 2), et le gluten fut dosé dans l'un et l'autre échantillon.

L'échantillon n° 1 fournit 14,9 de gluten ;

L'échantillon n° 2 n'en fournit que 9,5.

La même épreuve fut faite sur une tuzelle d'Aix dont la masse était fortement glacée ; la tuzelle contenait 13,5 pour 100 de gluten ; les grains non cornés et demi-féculeux qui en furent extraits n'en renfermaient que 10,3.

Le blé roux anglais, récolté dans l'arrondissement de Lille, cité en premier lieu, devait contenir une assez grande quantité de grains féculeux et dépourvus de gluten ; il en était sans doute de même à l'égard d'autres blés du Nord que Millon a aussi examinés, et dans lesquels la proportion de gluten n'a pas dépassé 8 pour 100.

Le blé de Guyotville, récolté deux années de suite dans une contrée qui communique aux céréales d'admirables qualités, ne permet pas de nier l'existence et la permanence de blés entièrement privés de gluten. La diminution du gluten, à différents degrés, dans les blés de provenance très-diverse, paraît aussi une conclusion nécessaire des faits qui précèdent. Ces blés produisent et versent forcément, dans le commerce, des farines d'une qualité correspondante ; dès lors, il peut arriver que la farine la plus fraîche, la plus belle, de la mouture la plus loyale, contienne, dans des cas que Millon admet jusqu'ici comme exceptionnels, mais qui sont peut-être assez fréquents, une proportion de gluten qui descendra à 7, 8 et 9 pour 100. En matière d'expertise, cette donnée est de la dernière importance (1).

(1) Millon a eu le bonheur de voir une grande partie de ses expériences se confirmer et même se généraliser : voici dans quelle circonstance.

Dans le courant de l'année 1860, une commission a été chargée, par le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, d'étudier les blés d'Égypte à divers points de vue.

M. Poggiale, auquel a été réservé le soin d'élucider cette importante question, a constaté l'infériorité des blés d'Égypte, l'odeur et la saveur désagréables de leur farine. Ce savant chimiste a reconnu par un grand nombre d'expériences

Cette distinction en blés riches ou pauvres en gluten a encore de l'opportunité, en ce sens que la farine des blés riches en gluten supporte mieux l'addition de la farine de maïs ou de la fécule de pomme de terre, et probablement aussi de tout autre substance féculente. La panification se fait sans peine avec un mélange où ces substances entrent pour une forte proportion dès que la farine du blé contient beaucoup de gluten. Sous ce rapport, les blés durs, dans lesquels tout l'azote se trouve représenté par un gluten énergique, l'emportent encore sur tous les blés tendres.

Toutefois, Millon ajoute que le gluten n'est pas indispensable à la panification. Il a saisi l'occasion du blé de Guyotville pour faire du pain avec de la farine de blé sans gluten: la pâte se travaille plus difficilement; elle est très-courte, et son développement est moins vif et moins prononcé, mais il se fait encore avec assez de régularité. Ce pain offre aussi, à la mastication, des caractères particuliers; il s'arrête en quelque sorte au gosier, comme du pain très-sec et très-rassi. Il est probable qu'indépendamment de ses autres propriétés, le gluten contribue à rendre le bol alimentaire glissant et à lui faire franchir plus agréablement l'isthme du gosier. On traduirait encore cette sensation en disant que ce pain prend beaucoup de salive; le pain ordinaire en prend moins, et le pain de blé dur moins encore.

que, dans les blés égyptiens, le gluten était moins abondant, beaucoup moins ductile, souple et élastique que dans les blés ordinaires de notre pays, aussi la farine de ces blés donne-t-elle un pain plat, ayant une odeur particulière et une saveur désagréable.

Un échantillon de blé d'Égypte, examiné par M. Poggiale, a donné une farine sèche, rude au toucher, ne prenant pas de cohésion par la compression, et formant avec l'eau une pâte médiocrement élastique. Cette farine a fourni 5 pour 100 de gluten gris, granuleux que l'on n'a pu séparer que difficilement: elle ne contenait pas plus de 7,8 pour 100 de matières azotées.

M. Houzeau, qui s'est livré tout récemment à l'examen des blés d'Égypte, est arrivé à son tour à des résultats confirmatifs de ceux de M. Poggiale. (*Journal de pharmacie et de chimie*, 4^e série, t. X, 1869.)

H. *Composition des blés.* Un séjour de trois ans à Lille, et le concours obligeant des principaux agriculteurs de cette ville et de ses environs ont donné, à Millon, toute facilité pour analyser les principales variétés de blé qu'on récolte dans l'arrondissement. Ces premiers résultats ne modifiaient pas assez les indications générales fournies par le travail de M. Péligot pour que Millon eût pensé qu'il fût urgent ni même utile de les publier. Peut-être ne s'y serait-il pas décidé, sans de nouvelles observations faites en Algérie, sur le même sujet, durant un séjour assez prolongé. Le contraste des deux cultures et ses deux climats, l'opposition naturelle des produits et quelques remarques neuves qui découlent du rapprochement, ont excité son intérêt à ce point qu'il publia le tableau complet des nombres observés dans ses analyses, et que, si multipliées qu'elles semblent, il ne les juge pas encore suffisantes.

Le dosage du gluten, rapproché du dosage de l'azote, a fourni des indices précieux sur la nature intime des blés ; Millon a déjà consigné des relations intéressantes entre le poids du gluten humide et celui du gluten sec. Il a remarqué en outre que le gluten se desséchait mal à la température de l'eau bouillante, et que cette matière se décomposait par son immersion dans le bain d'huile à + 135 degrés, tandis que la farine dont il provient résistait à + 160 degrés.

Voici les deux tableaux dans lesquels se trouvent inscrits les blés du Nord (tableau A) et les blés de l'Algérie (tableau B) dont Millon a fait l'analyse.

	Eau.	Cendres.	Ligneux.	Matière grasse.	Azote.	Azote en principe albuminoïde.	Gluten sec.	Densité par dilatation.	Densité par compression.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100		
N ^o 1. Blé d'Espagne; la semence venue d'Espagne est cultivée depuis huit ans, sans renouvellement; blé tendre, grains blancs et volumineux.....	16,50	1,51	1,80	1,56	1,936	12,06	9,90	1,388	1,383
2. Blé roux anglais; la semence, achetée en Angleterre, est cultivée depuis trois ans à Fives; blé tendre, très-coloré en roux.....	17,10	1,44	1,74	1,59	1,659	10,35	6,00	»	»
3. Autre blé roux anglais; blé tendre, très-coloré en roux.....	»	»	»	»	1,929	12,05	10,20	1,388	1,403
4. Blé barbu; grains tendres, blancs.....	17,10	1,53	1,93	1,41	1,739	11,08	9,00	1,389	1,383
5. Blé blaucé; grains tendres, blancs, dont la semence avait été prise à Castres, près Bailleul (Nord).....	17,10	1,70	1,88	1,70	1,885	11,78	9,10	1,372	1,379
6. Autre blé blaucé, de même origine que le précédent.....	17,00	1,64	1,80	1,63	1,736	10,80	8,70	»	»
7. Blé duvet, variété de blé tendre, blanc, venant d'Angleterre.....	17,10	1,47	1,71	1,80	1,637	10,23	8,20	1,390	1,379
8. Blé de Miracle; dont la maturité n'est pas certaine dans le département; légèrement rugueux, cassure légèrement cornée.....	17,70	1,37	2,00	1,47	2,084	13,02	12,30	1,372	1,342
9. Blé tendre blanc, ressemblant au blé blaucé du Nord et récolté à la Nouvelle-Zélande; grains fermes, cassure cornée.....	»	»	1,78	»	1,975	12,34	11,72	1,402	1,369

A. — Blés récoltés en 1848 dans l'arrondissement de Lille (Nord).

INDICATION DES BLÉS.

B. — Blés récoltés aux environs d'Alger et sous une latitude voisine en 1852 et 1853.

10. Blé récolté à Chéragas; grains tendres, à cassure farineuse, très-peu de grains à cassure cornée.....	13,70	1,80	1,70	1,88	1,785	11,15	9,00	»
11. Blé récolté à Guyotville; grains volumineux, très-développés dans l'axe transversal, blancs, tendres, à cassure farineuse (1852).....	12,23	1,44	1,40	2,14	1,588	9,92	4,80	»
12. Même blé que ci-dessus, provenant de la semence précédente; grains tendres, séparés des grains demi-durs.....	»	»	»	»	»	»	00,00	»
13. Même blé que ci-dessus; grains demi-durs, séparés des grains tendres.....	»	»	»	»	»	»	11,80	»
14. Blé récolté à Guyotville; grains un peu roux, tendres, mais mélangés d'une forte proportion de grains demi-durs; rappelle la tuzelle de Provence....	13,01	1,75	1,84	1,98	1,874	11,71	12,52	»
15. Blé récolté à Guyotville; analogue au n° 14, un peu moins développé; grains tendres, avec forte proportion de grains demi-durs.....	13,49	1,70	2,18	1,88	1,909	11,93	12,37	»
16. Blé tendre de la Mitidja; forte proportion de grains demi-durs.....	»	»	»	»	2,435	15,21	14,30	»
17. Autre blé tendre de la Mitidja; grains petits et allongés, quelques grains demi-durs.....	12,60	2,09	2,35	2,07	1,972	12,32	11,60	»
18. Blé dur, roux, volumineux, de la province d'Oran.....	12,01	1,77	1,80	2,03	2,441	13,38	14,87	»
19. Blé dur, blanc, volumineux, de la province de Constantine.....	12,45	1,77	1,58	2,40	2,088	13,05	13,93	»
20. Blé dur, petit, récolté dans la Mitidja.....	12,67	2,40	2,40	2,03	2,210	13,81	16,66	»
21. Blé récolté à Lagouat; grains longs et volumineux, demi-durs, mélangés de grains tendres.....	»	»	»	»	2,031	12,69	11,38	»
22. Blé dur d'Odessa; acheté par l'administration de la guerre.....	»	»	»	»	2,729	17,04	17,40	»

L'examen du premier tableau démontre que les blés du Nord ont un cachet prononcé d'uniformité au point que la composition chimique ne permet pas de les distinguer les uns des autres.

Au contraire, les blés des contrées méridionales sont caractérisés par une dissemblance qui porte également sur l'extérieur des grains et sur les principes qui s'y trouvent contenus. En Afrique, le climat n'égalise pas, ne rapproche pas les nombreuses variétés de blé que la culture y perpétue : on serait tenté d'ouvrir, sur ce fait, une comparaison entre les blés et les races humaines dont le type distinct se reconnaît encore, sur le sol algérien, après des siècles d'acclimatement. « N'est-ce pas aussi un mystère qui couvre la création des variétés de blés et qui nous les montre petits ou volumineux, l'un féculent comme un tubercule, l'autre cassant comme de l'écaille ; ceux-ci blancs, incolores, ceux-là colorés en jaune, en rouge, en brun ? Certaines localités, certains plateaux, les mêmes peut-être qui ne s'épuisent pas en fortes générations d'hommes et fournissent sans cesse à l'émigration, ne sont-ils pas en possession du privilège de produire les semences nécessaires au renouvellement du grain et au maintien de sa fécondité ? Les céréales ne s'améliorent-elles pas par le transport du pollen et par l'hybridation ainsi que les races par le croisement ?

« Ce sont, dit Millon, des faits d'un ordre trop différent pour que j'essaie d'en découvrir davantage les analogies et d'en établir solidement le parallèle. »

I. *Relations générales de l'eau et du blé.* Il y a de longues années déjà que Millon s'est attaché à étudier les relations de l'eau et du blé ; ce sujet est borné, en apparence, et, au premier abord, on s'étonnera peut-être de cette insistance extrême et d'une investigation aussi minutieuse de sa part,

surtout lorsque nous dirons qu'il s'agit, dans tout ce qui va suivre, d'un cas particulier des rapports de l'eau et du blé. Millon montre cependant que, pendant l'immersion complète, ou, si l'on veut, le lavage des blés, il y a tout un monde de phénomènes entre une goutte d'eau et un grain de blé (1).

Toutefois, dans cet examen du lavage des blés, il a dû faire rentrer des faits importants qui se rattachent à leur histoire générale; il est même impossible de faire pénétrer un peu de lumière et de véritable progrès dans l'étude scientifique et économique des blés et de leurs produits de transformation, si l'on se borne à un point de vue spécial, et si l'on tâche d'arriver tout d'un coup, et par un chemin isolé, à une de ces solutions absolues qui séduisent l'esprit autant qu'elles contrarient la pratique. C'est surtout l'enchaînement et l'ensemble qu'il faut voir et bien comprendre; le fait agricole se lie inséparablement aux faits économiques et industriels; il faut songer déjà à la mouture et au pain, lorsqu'on parle du nettoyage et de la conservation des blés.

J. *Nettoyage des blés.* Le lavage des blés, tel qu'il a été pratiqué jusqu'à ce jour, a pour but de compléter, par

(1) Il y a près d'un siècle (1770) que deux religieuses, les dames de la Jutais, reçurent en héritage de leur frère le secret de laver les sons pour en retirer un aliment susceptible d'entrer dans le pain et d'augmenter le rendement de la farine. Mais ce procédé avait été pratiqué de temps immémorial dans quelques localités de la France durant les années de disette, et il devait être productif, surtout à une époque où les gruaux restaient généralement mélangés aux sons. Le gruaux était considéré comme indigne d'entrer dans le corps de l'homme (Ordonnance de 1658); deux meuniers français, Buquet et Malisset, furent les auteurs d'une véritable révolution économique en démontrant la valeur des gruaux, en les retirant des sons, et en les faisant servir à la confection d'un pain d'excellente qualité. Dès lors le taux du blutage fut très-réduit, les sons furent remoulus et presque aussi épuisés qu'ils le sont aujourd'hui. Toutefois, le lavage des sons conserva des partisans; il y eut même des autorités à l'appui de cette pratique.

l'intermédiaire de l'eau, l'épuration des blés que les appareils mécaniques laissent toujours imparfaite. Dans le grand ouvrage que Rollet a publié sous les auspices du ministère de la marine (1), le nettoyage des grains est rattaché à deux chapitres : nettoyage sans l'emploi de l'eau et nettoyage par la voie humide. Dans ce livre si remarquable par l'exposition et la critique, l'auteur décrit les appareils de nettoyage sans eau, qu'il a vus fonctionner dans les meilleures usines, et termine par l'appréciation suivante (p. 79) :

« Les divers procédés qui viennent d'être décrits donnent » assurément la possibilité de séparer des grains une grande » partie des corps qui s'y trouvent mêlés, et de les débar- » rasser, à peu près, de ceux qui adhèrent à sa surface et » entre ses lobes; cependant on a reconnu que la teinte » qu'affectent les blés recouverts de la poudre de l'*uredo* » *caries* et de l'*uredo carbo*, ne pouvait entièrement dispa- » raître qu'à l'aide du lavage, et qu'il n'y avait que ce » moyen de faire l'extraction complète des graines d'ail » mêlées au blé; de plus, on a remarqué que les farines » provenant des blés lavés à grande eau et séchés à l'air » libre et au soleil, étaient d'une blancheur plus éclatante » que celles provenant des blés nettoyés par des appareils » semblables à ceux dont nous venons de donner une idée » générale; aussi l'industrie a-t-elle cherché, par des » moyens artificiels, à opérer le lavage et le séchage des » grains de manière à acquérir, dans les climats humides » et froids, la possibilité de faire des farines aussi belles » que celles qui sortent des usines du midi de la France, où » l'opération du lavage des grains et leur séchage à l'air » libre sont souvent mis en usage. »

Ce jugement porté sur le nettoyage des blés, par la voie

(1) *Mémoire sur la meunerie, la boulangerie, etc.* Paris, 1847.

sèche fait désirer vivement de trouver la description des machines propres à exécuter le nettoyage par la voie humide; mais ce problème, posé par Rollet, jette l'esprit du lecteur dans l'incertitude : ce sont des plans de systèmes inappliqués, ou bien des condamnations formelles de machines coûteuses, insuffisantes, et abandonnées bientôt après l'application.

Le second chapitre du nettoyage par la voie humide auquel on arrive, avec curiosité, après la lecture du chapitre précédent, laisse beaucoup trop de vague : l'auteur y manque de précision et de fermeté ; il fallait plus d'invention et de réalisation ou plus de réserve.

Dans tous les cas, Rollet pouvait déclarer, en faisant une distinction essentielle, que le lavage des blés est toujours une opération facile, et s'exécute à l'aide de mécanismes d'une grande simplicité et avec une très-faible dépense de main-d'œuvre (1); mais il ne suffit pas de laver, il faut encore sécher. La meule n'admet pas un blé trop humide; dès que l'eau que celui-ci contient s'accroît, par le fait d'un accident ou d'une addition artificielle, et dépasse un chiffre peu élevé, la pierre meulière s'empâte et tout travail de mouture devient impossible.

On a bien inventé des appareils non moins remarquables et non moins coûteux que ceux du nettoyage mécanique pour sécher le blé, après lavage, par un courant d'air chaud; mais ces tentatives ont été très-infructueuses, bien qu'on n'ait rien épargné, soit dans le prix, soit dans la perfection des machines.

(1) Millon a fait exécuter plusieurs appareils laveurs par M. Bresson, ingénieur mécanicien à Alger; l'un de ces appareils, dont le service a été continu pendant plusieurs mois, suffisait à un débit de 10 à 12 quintaux par heure; sa capacité était de 150 litres, et un seul ouvrier le conduisait. M. Bresson a exécuté aussi avec beaucoup d'intelligence un appareil à force centrifuge, dont nous ferons connaître les effets plus loin.

Le séchage des blés lavés est donc l'écueil contre lequel on échoue, et cette difficulté du séchage tient à plusieurs causes : 1° à l'énorme quantité d'eau que le blé absorbe ; 2° à l'altération facile du blé humide ; 3° à l'altération du blé par la chaleur qu'il faut modérer et tenir au-dessous de + 70 degrés, sous peine d'endommager la qualité du grain ; 4° enfin, à l'affinité toute spéciale qui s'établit entre le blé et l'eau absorbée.

Il ne faut pas croire qu'on évapore un kilogramme d'eau combinée avec la même quantité de chaleur qu'un kilogramme d'eau contenue dans un vase. Une pareille assimilation serait tout à fait erronée, et aucune règle ne permet, en ce moment, de fixer d'avance la quantité de chaleur nécessaire à l'élimination d'une quantité d'eau connue dès qu'elle s'est incorporée au blé.

L'eau, comme on le verra, met un temps très-long pour passer de la superficie au cœur du grain ; elle en pénètre successivement les diverses couches et s'y accumule lentement ; elle éprouve une résistance de même nature lorsqu'elle repasse du cœur à la superficie des grains avant de se laisser entraîner par un courant d'air chaud. Aussi l'exposition du blé mouillé à l'air libre, sous un ciel sec et chaud, est-elle le seul moyen qui soit resté dans la pratique ; en tenant le blé étendu en couches minces sur une aire immense, et suivant l'état de l'atmosphère, la dessiccation se fait en quelques heures ou en quelques jours.

C'est ainsi que les choses se passent dans les départements du midi de la France ; les propriétaires et les fermiers mettent à profit les beaux jours de l'été et de l'automne. La précocité de la récolte, la nature du climat et la quantité de blé assez restreinte sur laquelle ils opèrent, leur permettent d'en agir de la sorte. Mais comment pratiquer ce mode de séchage d'une manière continue dans une grande mino-

terie? comment l'appliquer aux masses considérables de blé qui s'y transforment quotidiennement? comment l'accommoder aux variations de l'atmosphère et des saisons? Sous un climat aussi favorable que celui de l'Algérie, on n'évalue pas à 2 pour 100 la proportion des blés qui sont lavés dans les moulins. Il n'est pas rare que les blés qui sont, au sortir de l'eau, exposés sur les terrasses ou partout ailleurs, soient tout à coup salis par le sable et la poussière qui se soulèvent tout à coup en nuages épais : les blés lavés redevennent alors plus sales qu'auparavant. Quant au lavage à effectuer par les Arabes entre les mains de qui se trouve la culture des céréales, il n'y faut pas songer.

Si l'on rencontre de pareils obstacles dans les contrées que favorisent l'époque de la récolte et l'état du ciel, on devine toutes les difficultés qui s'opposent au lavage sous une latitude plus froide, où la récolte se fait tardivement, et où les beaux jours, au lieu d'être certains et continus, sont incessamment troublés par les variations du ciel. Aussi nul n'oserait conseiller le lavage des blés à nos cultivateurs du Nord, et quant à l'emploi de cette méthode dans les minoteries où ils portent leurs produits, les variations du climat la rendraient trop rarement applicable.

K. Mouillage des blés. Pour terminer cette revue des manipulations où l'eau intervient dans le traitement des blés, Millon doit encore rappeler le mouillage ou arrosage.

Rollet indique très-brièvement cette opération peu répandue à l'époque où il a écrit (1847). Aujourd'hui elle tend à se généraliser de plus en plus; le blé reçoit, au sortir d'une trémie, un mince filet d'eau versé par un robinet gradué; il se mêle à l'eau dans un cylindre mis en mouvement et augmente son poids de 2 à 6 pour 100. Le blé pourrait être moulu tout de suite, mais le plus ordinairement il est mis en

sac et se repose durant un temps qui varie depuis une heure jusqu'à vingt-quatre heures. Cet arrosage a pour objet de ramollir les téguments du grain, de les rendre plus élastiques, et de communiquer ainsi des qualités particulières à la mouture. C'est un traitement nécessaire aux blés durs; autrement leur son se brise, au lieu de se détacher en larges pellicules, et entraîne en partie la substance alimentaire du grain. Ce n'est pas tout : avec les blés durs non mouillés, le son reste adhérent aux fragments plus ou moins volumineux que forme leur écrasement, et frappe ainsi tous les produits, fleurs et gruaux, d'une dépréciation commerciale très-préjudiciable. Avec les blés demi-durs, les inconvénients de la mouture à sec sont analogues et l'on y remédie de même.

Les blés tendres supportent aussi le mouillage; séchés dans un but de conservation par leur exposition au soleil, ou bien par l'action des ventilateurs énergiques, et à plus forte raison par l'emploi de l'air chaud lorsqu'on y a recours, ils perdent beaucoup de qualités à la mouture et donnent des sons courts, brisés et plus riches, et en même temps une farine où les piqûres sont plus abondantes. C'est surtout dans cet état de dessiccation que le mouillage améliore la mouture des blés tendres.

Mais il ne faut pas oublier que le mouillage n'ajoute rien à l'épuration des blés; il n'enlève pas les impuretés et les germes d'altération qui sont à la surface des grains. En outre, comme la mouture ne se fait d'ordinaire qu'après que le blé mouillé a séjourné dans le sac, l'eau ne reste pas à la surface du grain; elle en gagne l'intérieur et donne une farine plus humide.

Enfin cette manipulation est de nature à introduire de l'incertitude dans des opérations administratives où l'on admettrait des blés de provenances diverses, et où l'on ne

tiendrait pas rigoureusement compte de la quantité d'eau qu'ils renferment. Pour faire comprendre cette situation, Millon met sous les yeux quelques chiffres qui expriment l'hydratation naturellement acquise par différents blés d'Afrique :

	Eau p. 100.
Blé dur provenant de Sidi-bel-Abbès.	13,50
— Mostaganem.	12,28
— Aumale.	13,28
— Oran.	12,62
— Mascara.	11,84
— Saïda.	11,17
— Bathna.	11,66
— Constantine.	11,65
— Guelma.	14,11
— Teniet-el-Haad.	14,40
— Tiaret.	13,76
— Blidah.	12,79
— Milianah.	12,15
— Tlemcen.	12,70
— Philippeville.	11,86
— Biskra.	9,78
— Bône.	14,02
— Lagouath.	10,07

Il serait inutile d'étendre davantage cette liste de l'hydratation des blés d'Afrique parmi lesquels Millon n'a jamais trouvé un chiffre inférieur à celui de Biskra ni supérieur à celui de Teniet-el-Haad. Les deux termes extrêmes qui expriment une variation de 4,5 pour 100 sont susceptibles de se produire pour un même blé et dans une même localité, suivant l'état de chaleur et de siccité de l'atmosphère; le même blé qui renferme 9,78 p. 100 d'eau à Biskra, 14,40 à Teniet-el-Haad, introduit en France, pourra acquérir jusqu'à 18 pour 100 d'eau. Dans ce dernier cas, le blé n'admettra que 2 à 3 pour 100 d'eau de mouillage; mais, réduit à son minimum d'hydratation naturelle, le même blé en absorbera jusqu'à 10 et 11 pour 100. Malgré ces variations énormes dans l'addition d'eau, la marche de la mouture et ses qualités ne seront pas sensiblement modi-

fiées. Ces faits paraissent difficiles à concilier avec un taux fixe de mouillage et de rendement imposé administrativement au meunier.

On a exposé plus haut les avantages du mouillage ; pour en résumer les inconvénients, il n'épure ni les blés ni les farines, et y fait pénétrer une quantité d'eau plus grande et très-variable, à la faveur de laquelle les germes de destruction adhérents aux grains restent dans la farine, pénètrent dans le pain et acquièrent un surcroît d'énergie.

L. Immersion des blés. La discussion qui précède sur le lavage et le mouillage des blés indique assez clairement les problèmes à résoudre et la voie à suivre : sécher les blés aussi vite qu'on les lave, les sécher sans agir sur leurs qualités intrinsèques, maintenir dans les téguments une élasticité favorable à la légèreté des sons ; en d'autres termes encore, laver, sécher et moudre dans les mêmes proportions, caractériser les issues par une séparation franche d'avec la farine et obtenir pour celle-ci son maximum de rendement, tels étaient les résultats cherchés, entrevus, mais jusqu'ici imparfaits ou irréalisables. Millon a pensé qu'il s'en approcherait le plus près possible en s'éclairant d'abord par l'analyse des phénomènes qui s'observent lorsqu'on lave les blés, et qu'on les immerge complètement dans l'eau.

Si l'on introduit 100 grammes de blé dans un litre d'eau et qu'on les pèse au sortir du liquide, après les avoir laissés égoutter sur un tamis de soie durant cinq minutes, on trouve que les 100 grammes ont pris un accroissement de poids très-notable : ils pèsent de 109 à 149 grammes.

Si l'on cherche la cause de ces différences, on reconnaît qu'elles tiennent principalement :

1° A la nature du blé ;

2° A la durée de l'immersion ;

3° A la température de l'eau et du blé, et par suite à la température moyenne qui résulte de leur contact.

Voici, *quant à la nature du blé*, des nombres qui résultent d'une immersion de cinq minutes dans l'eau à + 18 degrés.

Blé dur.....	100 grammes pèsent, après immersion.	115,5
Autre blé dur.....	Id. —	113,4
Blé tendre.....	Id. —	119,0
Autre blé tendre....	Id. —	117,6
Température de l'eau, 19°,8.		

On pourrait croire qu'un blé plus sec absorbe davantage ; mais pour que cette influence se fasse sentir, il faut que l'immersion dure plus de cinq minutes ; ainsi les différences précédentes tiennent à une sorte d'idiosyncrasie des blés.

La *durée de l'immersion* accroît la quantité d'eau, et celle-ci est d'autant plus forte que l'immersion est plus prolongée ; mais il n'y a pas de proportion rigoureuse. On peut en juger par le tableau suivant.

Blé dur provenant de :	100 grammes pèsent, après une immersion de		
	2 minutes.	5 minutes.	20 minutes.
	gr.	gr.	gr.
Sidi-bel-Abbès....	110,8	112,0	113,4
Philippeville.	112,7	113,0	115,5
Mascara.....	112,4	113,5	115,3
Aumale.....	111,5	111,7	114,5
Bathna.....	113,0	114,8	117,7
Biskra.....	111,4	114,5	116,4
Blidah.....	112,3	114,0	115,2
Milianah.....	111,6	113,4	114,3
Ténès.....	112,0	113,2	113,5
Teniet-el-Haad. . .	112,4	113,2	114,8
Nemours.....	111,3	112,8	114,5

Si l'on prolonge l'immersion plus longtemps, durant plusieurs heures et même plusieurs jours, l'absorption s'accroît jusqu'à ce que la germination du blé se déclare ; les nombres suivants ont été fournis par l'expérience :

Température + 18°.
400 grammes pèsent, après une immersion de

	5 minutes.	10 minutes.	30 minutes.	48 heures.	48 heures.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Blé dur.....	115,5	115,7	117,0	145,0	157,0
Blé tendre... ..	119,0	119,8	121,2	147,5	158,8

A cette température + 18 degrés, les germes sont très-visibles, le troisième jour, et alors le poids s'est encore accru ; le blé dur a pesé 166 grammes et le blé tendre 167, 5.

La température de l'eau agit très-sensiblement sur la quantité d'eau absorbée par le blé.

Le tableau qui suit montre en même temps et sous un nouveau jour l'influence de la durée de l'immersion.

400 grammes pèsent, après

		2 minutes.	5 minutes.	20 minutes.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Blé tendre de la Beauce.....	à + 13,0..	111,0	112,6	114,6
	à + 22,7..	113,0	114,0	115,4
	à + 37,8..	115,0	115,4	117,4
Autre blé tendre de la Beauce..	à + 12,5..	111,0	113,2	113,4
	à + 23,5..	111,2	113,4	116,0
	à + 38,0..	111,4	114,0	116,4
Blé dur de Tlemcen.....	à + 14,1..	109,0	110,0	112,0
	à + 25,0..	110,2	112,0	113,0
	à + 35,0..	111,0	112,0	116,0
Blé dur de Mascara..	à + 13,5..	111,2	112,6	113,4
	à + 23,4..	112,4	113,0	114,6
	à + 37,0..	112,6	114,0	117,4
Blé dur de Mostaganem.....	à + 13,0..	111,2	111,2	113,4
	à + 24,3..	112,8	113,0	115,0
	à + 37,0..	112,8	114,0	117,8

Si la température de l'eau s'élève encore, l'absorption atteint tout de suite un chiffre assez élevé ; ainsi par une immersion de dix minutes à + 66 degrés, 100 grammes de blé dur ont pesé 121 grammes ; et, dans les mêmes conditions, 100 grammes de blé tendre ont pesé 126 grammes. A une température supérieure à + 66 degrés, il suffit que l'immersion dépasse une heure pour que le poids de l'eau absorbé soit la moitié du poids du blé, et bientôt après l'absorption arrive à son chiffre maximum.

Deux conclusions se déduisent de ce qui précède. En opérant sur les essences de blé les plus diverses, on modifiera toujours très-sensiblement la quantité d'eau qu'elles fixent par leur immersion : 1° si l'on abrège l'immersion ; 2° si l'on abaisse la température de l'eau.

Un blé lavé absorbera d'autant moins d'eau qu'il plongera moins longtemps dans ce liquide, et que la température moyenne, résultant d'un contact, sera moins élevée.

Laver rapidement, éviter l'échauffement du grain et de l'eau, voilà deux premières règles pratiques qu'il ne faudra jamais oublier dans le nettoyage des blés par la voie humide. L'omission de ces deux précautions essentielles introduit dans le séchage des blés des difficultés dont les machines les plus ingénieuses ne triomphent pas.

Si maintenant on observe le blé à sa sortie de l'eau, on reconnaît que celle-ci forme trois couches distinctes à la surface du grain : 1° l'eau a imprégné et traversé les téguments ; 2° elle forme une couche extérieure et mince qui adhère aux téguments ; 3° elle est libre et mobile à la surface du grain. On peut appeler la première couche eau d'*imbibition* ; la deuxième eau d'*adhérence*, et la troisième eau de *mouillage*.

Si le blé, au sortir de l'eau, forme une masse à travers laquelle l'eau ne circule pas, l'imprégnation marche incessamment, l'eau passe des couches superficielles du grain aux couches profondes, et bientôt l'eau d'adhérence et l'eau de mouillage se convertissent en eau d'imbibition.

L'eau d'imbibition et l'eau d'adhérence sont désormais acquises au grain ; la circulation d'un air sec et chaud parvient seule à l'enlever. Mais il n'en est pas de même de l'eau de mouillage : elle s'essuie et se communique sans peine à tous les corps qui la touchent : il suffit d'agiter le grain pour l'expulser.

Comme l'eau de mouillage forme toujours à elle seule les deux tiers environ de l'eau entraînée par le grain, si l'on n'attend pas qu'elle se convertisse en eau d'adhérence et en eau d'imbibition, si l'on agite le blé aussitôt que son lavage est fini, on élimine, par une opération simple dont on trouve déjà le modèle et l'application dans plusieurs industries, la plus grande partie de l'eau fixée sur le grain.

Ainsi au lavage rapide du blé doit succéder, sans la moindre intermittence, l'action d'une agitation mécanique, d'un appareil à force centrifuge analogue à ceux que l'on connaît sous le nom d'*essoreuse*, de *diable*, d'*hydro-extracteur*.

Lorsque l'appareil à force centrifuge s'applique suivant les règles qui viennent d'être définies, il suffit à lui seul pour éliminer la plus grande partie de l'eau, en un mot, pour sécher les blés et les rendre propres à la mouture.

Le lavage rapide immédiatement suivi de l'essorage n'introduit pas plus d'eau dans les blés que le mouillage.

Avant de traiter, dans un chapitre distinct, de l'*essorage*, Millon insiste fortement sur les règles qui se déduisent des observations précédentes, et qu'il résume ainsi :

Température modérée de l'eau et du blé (1) ;

Lavage rapide du blé ;

Essorage immédiat du blé lavé.

En dehors de ces conditions rigoureuses, l'essorage n'est plus praticable ; ce n'est plus qu'une idée *à priori* dont l'application incertaine livrerait le meunier à l'aventure et ne tarderait pas à le dégoûter. S'il réussissait fortuitement

(1) L'essorage du blé est compatible avec la température la plus forte que l'atmosphère puisse acquérir. Il s'est déjà pratiqué à Alger durant les mois de juillet, août et septembre, mais il ne faut pas que les sacs de blé ou le réservoir d'eau reçoivent, au moment du travail, l'action directe du soleil ; il faut aussi avoir soin de faire rafraîchir les blés échauffés.

et exceptionnellement sur quelques blés, il enrayerait le plus souvent le travail de l'usine et s'embarrasserait d'un appareil inutile.

Même en suivant à la lettre les règles qui viennent d'être tracées, tous les blés ne peuvent pas être essorés directement ; il en est quelques-uns qui exigent une préparation particulière.

M. *Essorage des blés.* Pour donner tout de suite une idée pratique de cette opération, nous transcrivons les résultats obtenus dans le travail courant d'une usine d'Alger où l'essorage a fonctionné pendant longtemps avec des appareils définitifs.

	Proportion d'eau p. 100.	
	Avant le lavage.	Après l'essorage.
N ^o 1. Blé dur, grain lisse et volumineux..	11,52	17,29
2. Autre blé dur.....	12,08	17,65
3. Même blé que le n ^o 2.....	12,08	17,63 autre opér.
4. Blé de Pologne tendre, grain petit..	13,92	18,37
5. Tuzelle d'Aix.....	12,94	17,86
6. Même blé que le n ^o 5.....	12,94	17,45
Moyenne.....	12,90 %	17,37 %

Dans ces épreuves, la moyenne de l'eau contenue dans les blés, avant l'essorage, est 12,90 p. 100, et la moyenne de l'eau après l'essorage, est 17,37. Par conséquent, les blés ont gagné, en moyenne, 4,47 ; mais la farine a perdu par la mouture de 0,5 à 1 p. 100 d'eau ; il en résulte que les blés précédents, qui expriment assez bien l'état général des blés d'Afrique, tendres et durs, donnent une farine qui renferme en moyenne 16,5 p. 100 d'eau. Comme les blés précédents renfermaient, au sortir de l'essorage, une quantité d'eau qui exprime assez exactement le maximum d'eau que les blés acquièrent en France, une partie de ces mêmes blés essorés a été réservée, conservée durant quelques jours dans des sacs, puis essorée une seconde fois. Millon a

inscrit en regard des nombres obtenus, la quantité d'eau contenue dans la farine ; ce renseignement est ici d'une importance extrême.

	Eau après le 1 ^{er} essorage.	Eau après le 2 ^e essorage.	Eau dans la farine après le 2 ^e essorage.
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
N ^{os} 1. Blé dur.....	17,29	20,98	18,66
2. Autre blé dur.....	17,65	21,77	18,95
3. Même blé que le n ^o 2...	17,63	22,12	19,46
4. Blé de Pologne tendre...	18,37	21,19	18,25
5. Tuzelle d'Aix.....	17,86	20,98	18,07
6. Même blé que le n ^o 5...	17,45	21,13	18,54
Moyenne.....	17,37	21,39	18,65

On voit qu'avec l'emploi des blés très-hydratés, l'essorage y fait entrer proportionnellement moins d'eau, 4 p. 100 au lieu de 4,5 p. 100 ; mais ce qui est bien plus remarquable, la mouture dissipe alors la plus grande quantité de l'eau introduite par l'essorage. Si l'on suppose ces mêmes blés qui renferment 17,37 p. 100 d'eau en moyenne, traités par le mouillage, ils entreraient sous la meule au moins avec 19,5 p. 100 d'eau, et comme ils en perdent tout au plus 1 p. 100, il en résulte que le mouillage laissé en arrière analyse autant d'eau dans les farines que l'essorage.

On doit ajouter encore que les opérations précédentes ont été faites, avec intention, dans les conditions les plus défavorables : la quantité d'eau 17,37 p. 100 exprime un terme maximum pour les blés de France et ne se rencontre jamais dans les blés du Midi ; on a vu qu'à Alger, cette hydratation ne dépasse pas 44,5. De plus, la température des blés était supérieure à + 27° et celle de l'eau à + 22° ; dans les plus chaudes années de l'été, cette moyenne ne sera pas atteinte, si l'on prend soin de soustraire les blés et le réservoir d'eau à l'insolation.

Pour les blés dont il s'agit, la manœuvre du lavage et l'introduction du blé lavé dans l'essoreuse ont duré trois mi-

notes; or il est possible d'abrèger ces manipulations, de les exécuter en deux minutes et même en une minute et demie. Dans ce dernier cas, on fait arriver l'eau dans l'essoreuse même, et l'on réduit le lavage à une simple immersion. Alors la quantité d'eau que l'essorage fait pénétrer dans le blé peut être ramenée à 3, à 2 et même 1,5 p. 100.

Millon croit inutile de multiplier les tableaux qui résument la pratique qu'il a suivie et d'exposer tous les chiffres qui l'autorisent à prendre les conclusions précédentes.

Il se contente aussi d'indiquer sommairement les résultats à la suite desquels il a reconnu que des manœuvres de lavage durant cinq, six, sept et huit minutes, introduisaient dans le blé des proportions d'eau rapidement croissantes, de 5 à 8 p. 100, et rendaient la mouture impossible.

Ainsi dans la très-grande majorité des cas, l'essorage, assujetti aux règles qui viennent d'être tracées, s'appliquera directement aux blés durs, demi-durs et tendres; mais si les blés, pour une cause ou pour une autre, se trouvaient imprégnés d'une forte quantité d'eau, il serait impossible de les essorer, sans une dessiccation préalable. S'ils étaient fortement ravagés par les insectes, moisissés ou gravement détériorés de quelque façon que ce fût, un lavage rapide serait insuffisant; il faut jusqu'à quatre ou cinq lavages successifs qui prennent du temps et élèvent beaucoup le chiffre de l'eau absorbée. Dans ce cas, on soumet le blé à une dessiccation artificielle qui abaisse la quantité d'eau de 4 à 5 p. 100, et l'on ne craint plus de prolonger l'opération du lavage et de la pousser à fond.

Enfin, l'état spongieux des téguments de certains blés tendres donne à penser que leur absorption sera plus forte que celle qu'on a pu constater jusqu'à ce jour, et qu'on sera forcé de recourir aussi avec eux à la dessiccation préalable. Ces blés ne se sont pas encore rencontrés dans la pratique

de l'usine où Millon a pu faire la première application suivie de l'essorage ; l'inconvénient qu'il redoute ne s'est pas présenté dans des blés tendres de l'essence la plus diverse que M. Mouren, négociant à Alger, a fait venir pour cette expérience et a mis à sa disposition (1). Mais l'étude des blés tendres fait reconnaître des types si divers, qu'on ne serait pas surpris de rencontrer chez quelques-uns une affinité insolite pour l'eau ; toutefois, si prononcée que soit cette disposition, on en triompherait toujours par la dessiccation préalable.

Ces exceptions exigeaient une étude particulière de la dessiccation des blés ; Millon a mis à profit les données que la science possède sur ce point, et plus particulièrement celles qui sont dues à M. Doyère. Toutefois, après avoir fait construire plusieurs appareils à air chaud, sur le modèle de ceux qui ont été décrits, il a dû y introduire quelques modifications. Il s'est arrêté à la circulation de l'air à travers des tubes métalliques plongeant dans l'eau maintenue à l'ébullition. Cette disposition a été réalisée avec bonheur par M. Chassenot, qui obtient ainsi à volonté un courant d'air à $+ 50^{\circ}$, $+ 60^{\circ}$ et ne dépasse pas $+ 70$ degrés. Au sortir des tubes métalliques, l'air est introduit dans des cylindres où le blé chemine lentement en sens inverse de l'air chaud : on enlève ainsi de 3 à 5 p. 100 de l'eau combinée

(1) M. Mouren, versé dans le commerce des blés et dans la pratique de la meunerie, a supporté à ses frais l'expérimentation longue et coûteuse dont ces recherches ne donnent qu'une faible idée. Pendant dix-huit mois, un moulin à vapeur a été tenu à la disposition de Millon ; il en a dérangé le travail presque chaque jour. Les essais où les grains se sont quelquefois avariés ou perdus en partie, ont toujours porté sur des quantités qui permettaient de suivre l'épreuve jusqu'au blutage, jusqu'au classement des farines et à la panification. Enfin, les divers appareils dont il s'est servi ont été changés et modifiés bien souvent. M. Mouren, ainsi que MM. Bresson et Bénazet, fermiers de l'usine d'Alger, se sont associés avec beaucoup de zèle à toutes les opérations pratiques indiquées dans ce travail.

aux blés, presque sans main-d'œuvre, et avec une dépense de combustible tout à fait minime.

Le blé doit être reçu dans des sacs et conservé deux ou trois jours dans un lieu sec ; son taux d'hydratation ne change pas et son essorage se pratique, avec toute facilité, dès qu'il est refroidi.

Maintenant que le phénomène de l'essorage est bien compris en lui-même, nous dirons quelques mots des appareils.

Au sortir de la cuve à laver, le blé est reçu dans une trémie et conduit dans le compartiment intérieur de l'essoreuse. Celle-ci est entièrement découverte et libre à sa partie supérieure ; le compartiment qui reçoit le blé est mobile et facile à enlever ; il s'ajuste sur l'arbre de l'essoreuse qui est mise en mouvement aussitôt après l'introduction du blé lavé. Après cinq minutes de rotation, l'essoreuse est arrêtée ; le compartiment intérieur est enlevé, et l'on en retire le blé qui peut entrer aussitôt sous les meules.

Ainsi une cuve à laver, et une machine à force centrifuge, tels sont les appareils principaux et nouveaux que Millon introduit dans le travail permanent de la mouture. L'usage du calorifère n'est pas constant, il est plutôt exceptionnel, et quant aux autres appareils que nous indiquerons encore, ils sont secondaires et s'emploient assez généralement dans le travail de la meunerie.

Le prix de cet outillage est peu élevé, et il importe de considérer que son emploi réduit les appareils nettoyeurs à un simple cylindre éliminant les graines et les pierres plus volumineuses que le blé. Tous les appareils de nettoyage si compliqués, exigeant huit et dix chevaux de force et coûtant jusqu'à 12 et 15 000 francs d'installation, deviennent superflus et donnent des résultats manifestement inférieurs.

Nous aurions pu donner ici un plan détaillé de l'outillage, avec description ; mais ces indications, toujours insuffisantes et d'une signification généralement mal comprise, allongeraient cette étude sans utilité.

N. *Décortication et épuration nouvelle des blés.* Jusqu'ici nous avons considéré ce nouveau traitement des blés comme une manœuvre propre à éliminer des appareils nettoyeurs imparfaits et coûteux, propre à réaliser le lavage des blés, leur séchage sans courant d'air chaud, et à combiner, pour quelques cas, l'emploi de l'air chaud et de l'eau d'une manière méthodique, et précisément inverse de celle qui était suivie. On comprend que ce traitement procure les avantages réunis du lavage et du mouillage et en écarte les inconvénients ; mais ce n'est point à cela que se borne son intervention salutaire.

Une expérience simple et facile à répéter fait entrevoir tout de suite des conséquences nouvelles et importantes pour la mouture.

Si l'on jette un grain de blé dans l'eau, et qu'on l'en retire au bout d'une minute ou deux, on reconnaît, en le cassant sous la dent, que la partie la plus externe des téguments se détache et se soulève en une mince pellicule qui n'est plus adhérente au grain. Ce qui a lieu sous la dent a lieu encore sous la meule, et si le blé, sorti de l'essoreuse, passe sous la meule aussitôt ou bien au bout de quelques minutes, d'un quart d'heure, d'une heure au plus, s'il est broyé et moulu avant que le tégument superficiel se soit recollé au grain, il se produit une classe particulière de sons d'une légèreté incroyable et d'une composition chimique tout à fait différente de celle qui appartient aux sons ordinaires.

A ce premier résultat s'en joint un autre dont l'importance n'est pas moins grande.

Lorsqu'on a insisté sur le lavage d'un blé, jusqu'à ce que l'eau qui le baigne s'échappe claire et sensiblement pure, en portant ce blé dans l'essoreuse, elle exprime une eau chargée, colorée, et dont l'évaporation laisse un résidu notable.

Ce dernier fait témoigne d'une épuration propre à la force centrifuge; elle détache de la surface du grain des matières qui échappent au lavage le plus prolongé. La matière colorante qui réside sous la couche épidermique des téguments est, elle-même, entraînée; à plus forte raison les germes destructeurs, déposés sur le grain, disparaissent-ils. Aussi les blés essorés, malgré leur surcroît d'eau, sont bien plus conservables après qu'avant le lavage. Cet assainissement du grain est si manifeste, Millon en a fait si souvent l'observation en comparant le même blé, ou la même orge, avant et après le traitement et en gardant les deux échantillons l'un à côté de l'autre durant plusieurs mois, soit dans des flacons de verre, soit dans des sacs, que cette action propre à l'essorage ne peut manquer de jouer un rôle important dans la conservation des blés.

Les farines et le pain participent certainement à cette épuration parfaite des blés, et il serait facile d'appuyer sur une pareille donnée des considérations hygiéniques d'un ordre élevé. Mais Millon a hâte de revenir au premier fait dont les conséquences sont plus immédiates; il veut parler de la décortication naturelle des blés par suite d'une immersion d'une ou deux minutes dans l'eau.

La légèreté des sons qui se forment par la mouture des blés faite aussitôt après l'essorage est un fait qui saute aux yeux; le poids du son à l'hectolitre permet de vérifier l'impression et de la traduire par un chiffre. Les gros sons de blé tendre ou de blé dur pèsent de 6 à 8 kilogrammes l'hectolitre, tandis que dans les minoteries les mieux outillées

son poids ne descend pas au-dessous de 12 kilogrammes. Millon a pu, en se servant d'un ventilateur, obtenir des sons qui ne pesaient que 4^{kl},5. Les petits sons diminuent de poids dans la même proportion et ne pèsent plus que 12 à 13 kilogrammes au lieu de 21 à 23.

Ces faits correspondent à un changement radical dans la nature des sons ; il suffit, pour le constater, de les traiter par l'eau bouillante ; on les épuise jusqu'à ce que l'eau refroidie ne se teigne plus en bleu par l'iode. On trouve ainsi que du gros son de blé dur essoré laisse un résidu de 80 p. 100 ; le gros son du même blé mouillé avant la mouture, mais non essoré, laisse un résidu de 56 p. 100.

Mêmes différences avec les sons de blé tendre ; le gros son obtenu après essorage laisse un résidu de 70 p. 100 ; le gros son du même blé tendre mouillé, mais non essoré, laisse un résidu de 41 p. 100. Si l'on passe à une détermination plus précise des principes chimiques contenus dans cette nouvelle classe de sons, on trouve que la quantité de ligneux a doublé dans les gros sons, et, par un contraste très-curieux, l'azote diminue énormément. Pour faire apprécier l'importance de ce dernier fait, il n'est pas inutile de rappeler que les sons ordinaires donnent à l'analyse élémentaire une proportion d'azote beaucoup plus forte que celle qui est contenue dans la farine ; au contraire, la proportion d'azote contenu dans les sons de blé essoré atteint à peine la moitié de l'azote que renferme la farine.

Au reste, pour compléter cette démonstration, Millon consigne ici un tableau analytique dans lequel il a indiqué les principes du son dont le dosage offre de la certitude et dont la comparaison est facile avec les faits de même nature consignés dans les annales de la science et consacrés par le contrôle des meilleures autorités (Liebig, Péligot, Payen, etc.).

En regard de ces nouvelles analyses, Millon place un tableau contenant l'analyse de quatre variétés de son que M. Darblay eut l'obligeance de lui remettre en 1849, et qu'il considérait, à cette époque, comme une collection capable d'exprimer le travail courant de son usine :

Tableau comparatif des sons fournis par le blé dur essoré et non essoré.

INDICATION DES SONS.	EAU pour 100.	LIGNESUX pour 100.	CENDRES pour 100.	GRAISSE pour 100.	AZOTE pour 100.	AZOTE ou GLUTEN pour 100.	RÉSIDUS par l'eau bouillante pour 100.	POIDS de l'hectolitre.
N ^{os} 1. Gros son de blé dur mouillé, passé au ventilateur, mouture courante.	16,40	9,23	3,97	3,76	1,972	12,32	56,0	12,0
2. Petit son du blé ci-dessus, essoré de même.	16,10	7,05	4,22	4,35	2,438	15,21	»	18,0
3. Gros son de blé dur essoré, passé au ventilateur.	17,60	18,07	1,96	1,81	0,987	6,17	80,0	6,0
4. Petit son de blé dur essoré, (même blé qu'au n ^o 3).	16,60	13,79	2,72	»	1,229	7,68	»	11,0
5. Gros son de blé tendre essoré, passé au ventilateur.	15,90	15,13	1,86	1,14	1,036	6,47	70,0	4,5
<i>Sons provenant de l'usine de M. Darblay, en 1849.</i>								
Gros son.	13,65	8,17	»	2,19	2,490	15,56	»	»
Petit son.	14,12	7,64	»	»	2,369	14,80	»	»
Grosse recoupette.	14,40	7,93	»	»	2,359	14,73	»	»
Recoupette fine.	14,49	6,63	»	3,20	2,434	15,19	»	»

Si quelques auteurs n'avaient parlé du son comme d'une sorte de matière absolue, unique et invariable de composition, Millon croirait inutile de faire remarquer qu'il n'est pas de produit susceptible de variations plus grandes. Dans

une même usine, les sons diffèrent entre eux autant et plus que les blés eux-mêmes, et, d'une usine à l'autre, il faut s'attendre à des changements suivant la nature et la perfection du travail : il y a peu d'industries dont les établissements divers offrent plus de désaccord ; ce fait tient sans doute aux qualités de blé propres à chaque pays, mais il tient surtout à l'outillage et au travail que chaque meunier modifie suivant ses intérêts et suivant son idée.

Pour interpréter convenablement les faits consignés dans les deux tableaux précédents, il faut y joindre un examen microscopique des sons et des téguments du blé.

Dans un blé essoré, la meule détache d'une seule pièce et d'un bout à l'autre du grain la partie la plus superficielle des téguments.

Une coupe transversale du grain montre au microscope que cette partie tégumentaire se compose de cellules allongées dans le sens du grain ; elles sont enveloppées par une pellicule tout à fait périphérique, laquelle résiste bien plus que le ligneux des cellules à l'acide sulfurique, et offre tous les caractères chimiques que M. Garreau a reconnus dans la cuticule. Les cellules allongées se reposent sur d'autres cellules transversales où se fait assez souvent le soulèvement du son dans les blés essorés. Au-dessous des cellules transversales se trouvent encore des cellules allongées qui rappellent les premières ; enfin une membrane semblable à la cuticule sépare les téguments du péricarpe.

Ces détails sont indiqués très-exactement dans le grand travail de M. Payen sur le développement des végétaux (p. 221), et la figure qu'il a donnée d'une coupe transversale du grain permet de suivre et de retrouver facilement les indications précédentes.

Cette coupe du blé montre au-dessous des téguments une rangée de cellules que M. Payen nomme oléifères ; elles

touchent aux premières cellules de la masse du périsperme. Ces cellules se détachent très-bien de la surface du grain déjà dépouillé de ses téguments; vues au microscope, elles ont une forme hexagonale; elles sont opaques, volumineuses et remplies de granules distincts des grains d'amidon. L'acide sulfurique, étendu de son volume d'eau, les désagrège très-vite et en fait exsuder de l'huile; on y reconnaît également des principes azotés que jaunit l'iode. C'est là que résident, avec l'excédant de matière grasse qu'on trouve dans les sons ordinaires, la matière colorante et les huiles essentielles du grain; les phosphates alcalins y abondent aussi, et quant à la matière azotée, elle représente sans doute les ferments actifs que M. Mouriès a séparés du son et dans lesquels il reconnaît une aptitude particulière à fluidifier l'amidon des grains et à en préparer l'assimilation.

Les cellules hexagonales ou oléifères de la périphérie du grain sont véritablement le siège du fruit; c'est là que se concentrent le goût, le parfum, et tout cet arôme fin et délicat du blé, comparé à celui de la noisette, arôme qui n'existe plus dans le pain blanc, mais se retrouve quelquefois dans le pain grossier.

Dans la mouture ordinaire, les sons entraînent complètement les cellules hexagonales; tandis qu'en essorant les blés, toute cette partie sapide et aromatique du grain reste dans la farine; c'est un fait que l'hygiène doit apprécier, surtout lorsque le pain forme la base principale de l'alimentation.

Mais les sons ordinaires ne se bornent pas à enlever les cellules hexagonales, ils emportent encore les cellules superficielles du périsperme dans lesquelles l'amidon se trouve uni à la plus forte proportion de gluten. C'est ainsi que la surface interne des sons de blé tendre est blanche et que les sons de blé dur entraînent une lamelle de gruau qui double

leur poids. Avec les sons de blé essoré, rien de pareil; ils ne se composent que des téguments épidermiques du grain : le rendement en farine s'élève alors de tout ce qui est retranché sur les sons.

Comme dernier avantage, Millon signale la longueur et l'extrême souplesse des sons du blé essoré : ils ne se brisent plus en parties plus ou moins ténues qui se mêlent aux farines et y répandent des *piqûres*, ou bien adhèrent à la semoule et aux gruaux et déprécient ces différents produits. Une autre conséquence de ces mêmes faits, c'est que les produits de la mouture destinés à la panification et les issues qu'on en rejette se distinguent mieux et sont presque forcément séparés les uns des autres. Le blutage ne repose plus sur des coupes arbitraires qui laissent tant d'excuses à l'ignorance ou à la mauvaise foi; il se règle, suivant la nature des blés, sur un taux variable et facile à déterminer d'avance.

Toutefois, on doit apporter quelques restrictions aux avantages que les faits précédents permettent d'entrevoir.

L'eau ramollit sans doute toute la surface du grain, mais cette partie des téguments qui s'enfonce dans le sillon entre les deux lobes et pénètre dans le corps du grain, tout le repli carpellaire enfin, ne reçoit qu'en partie l'action de l'eau, et continue de donner des sons plus lourds et plus nourris. Dans quelques blés, ce repli est épais et profond; dans d'autres, il est mince et superficiel; c'est un caractère que Millon a tâché de faire ressortir dans la classification des blés; il acquiert un nouveau degré d'intérêt au point de vue de la décortication.

Mais il ne faut pas oublier que le son fourni par ce repli a toujours plus de résistance, plus d'élasticité sous la meule, qu'il se comporte déjà, dans la mouture ordinaire, autrement que le son de la superficie et qu'il nuit moins à la farine.

En analysant les couches périphériques du grain et en y indiquant le siège de la matière sapide et aromatique, Millon a dû rappeler que la matière colorante y résidait aussi : sa présence est une source d'inconvénients. Cette matière passe en effet dans la farine ; elle n'y forme plus des piqûres, mais elle y répand une coloration marquée. Cette nuance s'écarte toujours de la blancheur qu'on recherche dans les farines de qualité supérieure. La coloration de la farine est très-pâle avec quelques blés dont le principe colorant est d'un jaune très-clair ; mais avec d'autres blés qui sont roux, rouges et même bruns, la teinte se prononce davantage.

Sans doute on parvient à éliminer la matière colorante, dans le nouveau traitement des blés ; il suffit de quelques modifications que Millon indique plus loin ; la blancheur de la farine ne laisse alors rien à désirer. Mais on comprend qu'en retranchant de la farine cette couche épaisse de cellules hexagonales et oléifères, on diminue le rendement en substance alibile. On en forme bien une classe à part, dans le tirage de la farine, mais cette matière, très-colorée et d'un aspect tout nouveau, se trouvera reléguée parmi les bas produits de la mouture, tandis qu'elle en est la partie la plus riche et la plus nutritive.

Le sentiment qui fera repousser cette substance colorée du grain reposera bien sur une prévention, sur un jugement absolument contraire à la valeur naturelle et à la nouvelle signification des faits ; mais il ne faut pas s'attendre à modifier, sans lutte, les anciennes allures de la meunerie ; en pareille matière, les opinions établies sont devenues si rarement des préjugés, qu'elles restent presque toujours, et quand même, des règles respectées.

En réalité, le pain blanc et la farine blanche font la disette ; à force de chercher des garanties contre l'introduction

frauduleuse de farines bises ou de graines étrangères colorées, on est tombé dans la pratique d'une sorte d'absolu. Puis la blancheur du pain et celle de la farine sont loin d'offrir une protection infaillible. Que de farines blanches épuisées par la vétusté ou par les avaries et mélangées à la composition du pain blanc ! En abritant de certaines fraudes, cette blancheur presque artificielle a introduit de graves abus dont souffrent surtout les travailleurs. Ils auraient besoin de trouver dans la masse du pain qu'ils consomment un goût plus frais et plus agréable, une conservation plus saine et plus de stimulant. Le pain de luxe peut être insipide ; Millon dirait volontiers qu'il doit être insipide : dans un repas succulent, il débarrasse à tout moment les papilles de la langue, efface la saveur du mets qui précède et rend plus franche la saveur du mets qui suit. Mais c'est là du raffinement, et l'imitation de l'ouvrier est préjudiciable à sa bourse et à sa santé.

La crise des subsistances devrait être un argument d'une grande éloquence ; il appartient d'ailleurs à de pareilles perturbations d'amener des réformes salutaires.

Quoi qu'il en soit, suivant que l'on veut retirer des blés essorés le maximum du produit en farine, sans s'inquiéter de la nuance de celle-ci, ou bien que l'on s'efforce de moulinier le plus possible en farine blanche, la mouture du blé reçoit quelques modifications.

Dans le premier cas, lorsqu'un lavage très-rapide a fait pénétrer dans le blé le moins d'eau possible, on donne un premier tour de meule en maintenant la mouture très-grosse ; on porte la farine au blutoir, les sons et les gruaux passent par un sas dont l'action est combinée à l'action d'un ventilateur, et les gruaux sont enfin remoulus et amenés au degré de finesse qu'on recherche.

Le ventilateur devient d'une efficacité remarquable en raison de la légèreté des sons.

Dans le second cas, après un lavage non moins prompt, on opère une décortication préalable du blé; avant que l'eau ait pénétré dans le corps du grain, on fait arriver celui-ci entre deux meules d'un petit diamètre, l'une de pierre, l'autre de bois et armée de tôles, sorte de système à nettoyer qui enlève en même temps les téguments du grain et la couche colorée du péricarpe; cette couche, fortement ramollie et imprégnée d'eau, se détache sans difficulté. Les produits de cette première opération sont versés sur un sas garni de toile métallique et sur lequel agit également un ventilateur. Le grain est presque entier: l'eau n'a pas eu le temps d'arriver jusqu'à lui, et la mouture donne ensuite des minots d'une blancheur irréprochable et dans une proportion supérieure.

En terminant, nous devons signaler l'application du lavage et de l'essorage à d'autres grains; ainsi Millon a pu assainir en quelques instants l'orge la plus défectueuse par un seul lavage à l'eau froide, auquel a succédé aussitôt l'appareil à force centrifuge. Cette orge, repoussée par les chevaux, a été acceptée immédiatement après sa préparation et même mangée avec avidité.

On comprend que la même méthode est applicable à toutes les graines destinées à l'industrie ou à l'alimentation.

O. *Conséquences économiques de la décortication des blés.*

Dans le paragraphe qui précède, Millon s'est abstenu d'indiquer par des chiffres le surcroît de produit obtenu à la faveur de la décortication. La bonification est relative à la nature, à la qualité des blés et surtout au travail plus ou moins perfectionné des usines. Il faut aussi tenir compte, dans cette évaluation délicate, de la valeur plus grande des

farines et de la valeur moindre des sons. En d'autres termes, la décortication introduit dans la mouture un nouveau classement, tant des sons que de la farine.

Si l'on envisage, dans le nouveau système, la qualité des farines et la marche des opérations de mouture, on reconnaît que ces deux problèmes ont reçu, par le fait de la décortication, une solution correspondante. La manipulation du blé dur devient facile et régulière; il suffit de repasser les gruaux une fois dans les meules pour obtenir ces farines souples et nerveuses, qu'on ne retirait qu'après cinq et six tours de meule. Encore cette extraction, tous les praticiens le savent, était-elle un fait exceptionnel et presque accidentel, résultant de l'habileté particulière de quelques minotiers, et de la situation de quelques localités favorisées par des cours d'eau et par une richesse extraordinaire en blé dur.

Dans ces derniers temps, la nécessité a conduit à une acceptation plus générale des blés durs; les meuniers qui en repoussaient l'usage ont été contraints de s'en servir; familiarisés peu à peu avec leur mouture, ils commencent à apprécier les rares qualités de cette variété de blés. Le prix relatif de ceux-ci s'est accru déjà et dans une proportion qui n'a pas de précédent dans le commerce des blés.

Ainsi, en 1854, les blés durs d'Algérie étaient achetés à Marseille dès qu'ils arrivaient, et payés de 2 francs à 2 fr. 50 de plus que les Pologne ordinaires, par charge de 160 litres; dix mois auparavant, ils se payaient de 5 à 7 francs de moins.

Dans le département de l'Hérault, ces mêmes blés sont encore relativement plus recherchés; auparavant ils en étaient repoussés. Ce ne sont encore que des appréciations locales; mais ces blés se répandent de proche en proche. Ils ont déjà pénétré en Angleterre; ils iront partout et pren-

dront sur les marchés un cours régulier, proportionnel à leur valeur, lorsque leur mouture sera facile et vulgarisée. Ce résultat, dû en grande partie à la situation actuelle, et auquel les dernières opérations de l'Administration de la Guerre auront si heureusement contribué, ne sera complet et bien acquis que par la connaissance des effets de la décortication.

Mais, qu'on le remarque bien, l'entrée des blés durs sur nos marchés et dans nos moulins n'est pas seulement une réserve contre les mauvaises années, ni, à cette occasion, une source de commerce plus libéral, et plus étendu à l'avantage des lieux de production; c'est, pour l'avenir comme pour le présent, une conquête de la dernière importance, au profit des populations du Nord (France, Angleterre, Irlande, etc.). Dans ces contrées, on comprendra à tout jamais et en tout temps, une fois que l'expérience en aura été faite, l'avantage d'une addition de farine de blé dur pour corriger l'inertie des farines de blé tendre et en relever la saveur. Les blés durs introduiront dans ce mélange leur gluten énergique et leur fermentation vive.

Il a suffi de nommer l'Algérie, dans les considérations précédentes, pour faire deviner la part qui lui sera dévolue dans le mouvement commercial des blés et dans l'estimation supérieure et légitime des blés durs. Il y a là un beau chapitre pour ceux qui connaissent et aiment notre colonie.

Si l'on insistait, après ces diverses considérations, sur le rendement en farine des blés durs essorés, Millon se contenterait de donner les nombres qui ont été recueillis dans l'usine d'Alger où a fonctionné régulièrement la décortication. L'extraction complète du son pouvait se faire avec un blutage qui oscillait entre 9 et 12 pour 100. Ceux qui, transformant ces mêmes blés durs, et malgré leurs soins et leur habileté, sont habitués à en rejeter de 14 à 18 pour 100

de sons bien caractérisés, comprendront la valeur économique de la décortication.

Quant aux blés tendres, ils éprouvent, par le système de mouture actuel et par le tirage des farines blanches, une déperdition de substance énorme, sans relation aucune avec la quantité de matière réellement inassimilable. Le sentiment est à peu près unanime sur ce point; les faits scientifiques les plus rigoureux sont conformes à la vieille pratique, qui consiste, en temps de disette, à épuiser les sons par l'eau tiède qui se charge ainsi de leurs principes alibiles et s'emploie ensuite à la fabrication du pain : avant que la chimie eût donné des nombres précis, M. Herpin avait, par de simples lavages, poussé très-loin cette utile démonstration.

La décortication produit sur les blés tendres les mêmes effets généraux que sur les blés durs; la manipulation est la même; mais les résultats sont bien différents suivant que l'on vise à un maximum de rendement en farine, sans s'inquiéter de la nuance, ou bien à une quantité plus grande de minot, aussi blanc que celui que la consommation actuelle exige. Dans tous les cas, l'accroissement de produit est très-notable, et, dans la conviction de Millon, la décortication des blés tendres a plus d'avenir encore que celle des blés durs. Une longue pratique, une observation judicieuse des phénomènes nouveaux, continuées durant plusieurs années, en marqueront la véritable portée.

Millon ne se dissimule pas qu'il s'agit d'une grande réforme de meunerie, dont il n'indique que les commencements. Il espère que les esprits prévoyants et résolus comprendront que le moment a de l'opportunité pour cette entreprise. Que l'on fasse une statistique aussi exacte que possible des résultats de 1853; que l'on relève, même sommairement, les déficits constatés en Europe. On sait pour quels chiffres approximatifs y figurent la France et l'Angle-

terre. Le commerce et la prévoyance de l'État ont redoublé d'efforts; et malgré tout, le vide n'a pas été comblé. Qui oserait affirmer, à cette heure, que l'importation, malgré son activité, couvrira toujours la moitié de nos besoins?

Jusqu'ici les marchés étaient libres; le seront-ils toujours? D'ailleurs quels sont les marchés où le blé abonde et d'où il peut se répandre sur les contrées dépourvues de céréales? On les compte. L'Amérique, par suite de mouvements intérieurs propres à son économie, verse ses blés et ses farines disponibles. La Prusse, la Pologne et toutes les rives de la Baltique semblent déjà revenues au niveau de leurs besoins de consommation. Restent les blés de la mer Noire.

Ne serait-ce pas un fait providentiel de pouvoir, en cet état de choses, accroître tout à coup de 4 à 8 pour 100 les ressources de l'approvisionnement? Dans ce but, en un pareil moment, ne peut-on pas tâcher de battre en brèche quelques usages de meunerie et de graves préjugés de la consommation? Au soulagement de la crise succéderait une amélioration durable de l'alimentation publique et un nouvel essor pour les entreprises du commerce.

§ X. — Sur un ciment vulcanisé au coaltar.

(En collaboration avec M. Farre.)

Millon, dans ses longues recherches sur les blés, fut naturellement appelé à étudier le mode de conservation adopté de temps immémorial par les Arabes; et, comme toutes les personnes qui ont eu occasion, en Algérie, d'examiner le blé sortant des silos, il fut frappé de l'odeur de renfermé, presque de moisi, fort désagréable, que possèdent les céréales qui ont été conservées pendant un certain temps dans ces réservoirs; il en chercha la cause.

Les silos arabes sont toujours souterrains. Ce sont de

vastes trous en forme d'amphore, creusés dans le sol, généralement revêtus d'un pierré. Ce mode de construction a été déterminé sans doute parce que le prix de revient est minime, parce que l'air y pénètre difficilement, et aussi parce que les récoltes sont facilement soustraites aux recherches de tribus toujours en guerre.

Millon fut bien vite pénétré de cette idée que l'odeur des grains arabes *ensilés* était due surtout à l'humidité dont il fallait absolument empêcher l'accès, aussi bien que celle de l'air, dans les masses de blé renfermées toutefois suffisamment sèches. Le procédé Doyère, selon lui, devait son succès bien plus à ce qu'il mettait le blé à l'abri de ces deux causes de destruction, qu'à l'emploi du sulfure de carbone. Il chercha dès lors si l'on ne pourrait pas arriver au même but sans employer une substance dangereuse et inflammable comme le sulfure de carbone, et éviter l'usage des vases métalliques.

L'idée lui vint d'essayer une substance abondante, presque sans valeur, le goudron de houille, et il eut la bonne fortune de rencontrer à Alger un capitaine, aujourd'hui colonel chef du génie à Arras, M. Farre, qui vint lui prêter un concours efficace et indispensable pour la partie dans laquelle Millon était tout à fait incompetent.

De la réunion de leurs efforts, il résulta un travail complet, original et atteignant parfaitement le but.

Le mastic vulcanisé, après avoir été expérimenté à Alger sur une vaste échelle, dans les silos du Fort-Neuf, concurrentement avec d'autres silos en ciment hydraulique et en zinc, fut reconnu supérieur et d'un prix bien inférieur à tout ce qui avait été proposé jusqu'ici. De là une décision du ministre de la guerre qui rendit l'emploi de ce mastic obligatoire pour tous les silos construits ou à construire en Algérie.

Avec ce mastic, point n'est besoin que les silos soient sous terre ; toute construction peut en servir, on n'a qu'à murer les portes et les fenêtres, réserver une ouverture supérieure unique, et badigeonner l'intérieur d'une couche non interrompue de mastic vulcanisé. On a alors un silo parfait. C'est ainsi que l'administration militaire a fait construire à Alger, au-dessus du sol, au bord de la mer, les silos de la manutention du boulevard de l'Impératrice.

Non seulement le mastic vulcanisé peut servir au crépisage des silos, mais on peut encore en revêtir le sol des écuries, des étables ; on peut en imprégner des briques servant à la construction de réservoirs parfaitement étanches, et à Paris, on l'a beaucoup employé pour assainir les sous-sols.

Bien entendu que, selon l'usage qu'on veut en faire, le mastic doit subir des modifications.

Voici comment on fabrique les diverses sortes de mastic :

On prend 40 kilogrammes de goudron de houille ou coaltar brut dont le prix était, à Alger, de 10 francs les 100 kilogrammes, on les chauffe pendant deux ou trois heures, à une température de 130 à 140 degrés. On brasse fortement, et il se dégage des torrents de vapeurs jaunâtres entraînant des produits volatils. Quand ces vapeurs diminuent, on ajoute peu à peu 20 kilogrammes de chaux en poudre, on chauffe encore pendant deux heures en brassant constamment, on retire du feu et l'on ajoute, toujours en brassant, 2 kilogrammes de fleur de soufre. Cette dernière partie de l'opération dure trois quarts d'heure. On obtient ainsi 52 kilogrammes de mastic vulcanisé.

Ce premier mastic porte le nom de mastic *ferme*, il sert surtout à la préparation des autres. Le prix de ce mastic ferme, appliqué sur une épaisseur de 5 à 6 millimètres,

revenait, à Alger, à 2 fr. 25 le mètre carré; son prix était de 16 fr. 50 les 100 kilogrammes.

Pour préparer le mastic *mou*, servant surtout comme enduit pour les silos, sur les parois desquels on l'applique fondu avec un pinceau grossier, on prend une partie en poids du mastic précédent, on le fait fondre et on y ajoute une partie de coaltar sans chaux ni soufre; rien ne vaut ce mastic pour luter les bouchons des appareils de chimie, jamais il ne donne d'éclats et ne laisse fuir ni les liquides, ni les gaz.

Le mastic *demi-sablé* s'obtient avec mastic ferme, une partie en poids, et sable siliceux fin, une demi-partie; son prix appliqué revient à 2 francs le mètre carré.

Pour le mastic *sablé*, on fond ensemble parties égales de mastic ferme et de sable siliceux; son prix ne dépasse pas 4 fr. 80 le mètre.

On fait le *dallage gras* avec mastic ferme, une partie, et gravier, une partie; celui-ci est surtout propre à recouvrir le sol des écuries. Dans le *dallage maigre*, on met deux parties de gravier.

CHAPITRE III

CHIMIE ANIMALE

§ 1. — Sur le passage de quelques médicaments dans l'économie animale et sur les modifications qu'ils y subissent.

(En collaboration avec M. le docteur Laveran.)

(1844-1845.)

Millon a entrepris, avec M. le docteur Laveran, de rechercher le mode de transformation des médicaments à leur sortie de l'économie, et de mettre en relation les effets physiologiques qui se sont produits avec les changements chimiques qui peuvent se constater.

Ces observations portent sur l'administration du sel de seignette, du sulfate de soude, du soufre et de la salicine, à des doses très-diverses et chez des sujets en état de maladie ou en parfait état de santé : voici les résultats auxquels ils sont arrivés.

Le sel de seignette ne s'échappe jamais par les urines à l'état de tartrate : toujours il est converti en carbonate.

A la dose de 40 à 50 grammes, l'action du sel de seignette tend à se concentrer sur les voies digestives ; mais, à petites doses, le tartrate produit des effets opposés ; dans ce dernier cas, la purgation est l'exception et les urines deviennent toujours alcalines.

Le sulfate de soude suit, dans son passage dans l'économie, les mêmes règles que le sel de seignette ; à doses fractionnées, les individus vigoureux et convalescents l'absor-

bent et le rejettent sans modification aucune ; on fait arriver ainsi sans effort 10 et 15 grammes de sulfate de soude dans les urines. Dans des conditions contraires, lorsque le sujet est faible, lorsque la dose est forte et unique, les urines ne contiennent que la proportion normale de sulfate.

L'administration du soufre fournit des résultats négatifs; il ne s'absorbe pas et n'est ni oxydé, ni modifié en aucune façon.

Quant à la salicine, dix individus qui en ont fait usage ont constamment offert le même résultat, leurs urines contenaient toutes de l'hydrure de salicyle et de l'acide salicylique. Ainsi, les forces oxydantes de l'économie s'exercent sur la salicine et conduisent les éléments organiques contenus dans cette substance à des produits identiques avec ceux du laboratoire.

Les recherches qui précèdent ont été suivies, peu de temps après, d'expériences sur l'absorption de l'émétique et l'élimination de l'antimoine par les urines.

Dans une série d'observations nombreuses où les malades ont pris une fois ou deux au plus du tartre stibié à la dose ordinaire de 1 décigramme, laquelle s'élevait quelquefois, mais exceptionnellement, à 3 décigrammes, Millon et M. Laveran ont reconnu que l'antimoine se trouvait constamment dans les urines; l'élimination du métal avait été tardive dans plusieurs cas, et son passage par les voies urinaires a été suivi, non-seulement plusieurs jours après l'ingestion, mais encore plusieurs jours après qu'il avait cessé de se montrer dans l'urine. On a vu ainsi l'antimoine reparaitre, suivre une véritable intermittence dans son élimination, et séjourner dans l'économie animale au delà de toute prévision.

Les intermittences qui se font remarquer dans l'élimina-

tion de l'antimoine sont plus longues à mesure qu'on s'éloigne davantage du mouvement de l'administration. L'intervalle qui ne dépasse pas un, deux ou trois jours dans le début, dure six à sept jours lorsque l'ingestion date de huit ou dix jours. Ce séjour de l'antimoine est encore sensiblement prolongé lorsque la dose a été répétée deux fois. C'est dans cette dernière circonstance que Millon et M. Laveran ont constaté la présence du métal après vingt-quatre jours. Ils se demandent alors à quelles limites on arrivera lorsque les organes auront reçu de l'arsenic, qui, de l'aveu de tous les toxicologistes, est éliminé plus lentement que l'antimoine; lorsque, au lieu d'une dose faible et répétée deux fois au plus, la quantité du médicament ou du poison aura été forte, et l'administration réitérée?

§ II. — Sur la permanence de l'antimoine dans les organes vivants et sur la présence normale de plusieurs métaux dans le sang de l'homme.

(1846-1848.)

Dans un mémoire ultérieur intitulé : sur la *permanence de l'antimoine dans les organes vivants*, Millon est revenu sur le sujet qui précède, et voici les conséquences générales qu'il a tirées de ses nouvelles expériences.

Bien que l'antimoine semble s'organiser, on ne saurait affirmer encore qu'il se fixe à jamais dans nos tissus; il ne faut pas non plus déclarer d'avance que les faits de permanence qui se sont révélés dans l'administration de l'émétique s'étendront à d'autres poisons métalliques. Attendons l'expérience. Mais pour affirmer qu'un métal provient d'une ingestion récente, pour préciser son origine et fixer le moment de son introduction dans l'économie, il faut attendre aussi.

Quant à la distribution organique de l'antimoine, Millon a été frappé de ses rapports avec les résultats physiologiques qui ont été notés précédemment.

L'antimoine pénètre-t-il simultanément dans tous les organes essentiels, les poumons, le cerveau, les parois intestinales : l'animal succombe à l'intoxication, et semble mourir partout à la fois, en réduisant ses tissus au dernier degré de l'émaciation.

L'antimoine a-t-il été condensé dans le cerveau : même atteint à la vie générale, mais la mort frappe au milieu d'un cortège de symptômes nerveux qui indiquent le siège principal du poison.

Que le métal, au contraire, arrive à des organes moins sensibles, ou d'une sympathie moins générale ; à des tissus qui vivent lentement et tacitement ; au système cellulaire ou osseux, et les effets du poison s'effaceront ; on pourra croire à son élimination ou à son absence.

Cette nouvelle page de l'intoxication antimoniale ne fait-elle pas soupçonner, dit Millon, des conditions analogues dans les maladies saturnines ? Serait-ce par une localisation spéciale que des organisations privilégiées échappent aux effets toxiques du plomb ? et la concentration des signes morbides sur l'abdomen, sur le système nerveux ou sur les membres, n'indique-t-elle pas que le plomb occupe alors des régions correspondantes ?

La nature même de ces recherches a conduit incidemment Millon à s'assurer si le sang de l'homme ne contenait pas normalement des métaux autres que le fer, et il a pu reconnaître la présence du plomb, du cuivre, du manganèse et même de la silice dans les globules du sang. Des analyses quantitatives lui ont montré que le sang traité et décomposé par le chlore fournit de la silice, du plomb,

du cuivre et du manganèse en quantités très-pondérables.

Millon a ensuite recherché si le cuivre et le plomb sont disséminés dans toute la masse du sang, ou bien si, à l'exemple du fer, ils sont rassemblés dans les globules sanguins.

L'expérience ne laisse aucun doute à cet égard : 1 kilogramme de caillot sanguin, séparé avec soin du sérum de plusieurs saignées, a fourni 0^{gr},83 de plomb et de cuivre, tandis qu'un kilogramme de sérum isolé du caillot précédent a donné seulement 0^{gr},003 de ces deux métaux.

Ainsi le cuivre et le plomb, d'après Millon, ne sont pas à l'état de diffusion dans le sang ; ils se fixent avec le fer dans les globules, et tout porte à croire qu'ils participent comme lui à l'organisation et à la vie. Exercent-ils sur la santé une influence aussi décisive ? existe-t-il une chlorose par défaut de cuivre, de plomb et de manganèse, ou bien leur excès est-il la cause secrète de quelque affection obscure et rebelle ? la thérapeutique devra répondre et nous éclairer à son tour. La médecine légale, de son côté, puisera peut-être d'utiles avertissements dans la présence permanente de ces poisons métalliques et dans leurs variations énormes au milieu même de la vie.

§ III. — Sur le dosage de l'urée et sur sa présence dans l'humeur vitrée de l'œil.

(1848.)

La méthode de dosage de l'urée, indiquée par Millon, donne des résultats très-précis et est tout aussi expéditive, sinon plus, que toutes celles qui ont été proposées.

Le manuel opératoire en est facile et l'appareil, une fois installé, peut servir pour un grand nombre d'analyses.

L'urée est détruite par l'acide nitreux et transformée en acide carbonique, eau et azote. Pour cela :

1° On prépare de l'azotite de mercure en dissolvant à froid 125 grammes de métal dans 118 grammes $\text{AzO}^5,4\text{HO}$; puis on ajoute deux volumes d'eau;

2° On introduit 15 à 20 grammes d'urine dans un petit ballon et 40 à 50 centigrammes de la solution de mercure.

La réaction commence tout de suite; on chauffe à la fin. Après un balayage par l'air on pèse le tube et les boules de Liebig où l'on a recueilli l'acide carbonique.

Le poids de l'acide carbonique, multiplié par 1,391 (1), donne celui de l'urée.

Millon s'est assuré, par des analyses très-nombreuses de mélanges artificiels, d'urines normales et pathologiques, de l'excellence de sa méthode.

Le procédé de M. Lecanu perd environ $\frac{1}{3}$ de l'urée. Avec le procédé de MM. Heintz et Rabsky, Millon n'a pu arriver à un dosage même approximatif.

Les acides urique, hippurique, oxalique, lactique, le sucre, la bile et l'albumine n'amènent aucune perturbation dans les résultats, avec la méthode de Millon, qui répond de l'urée à $\frac{1}{1000}$ du poids de l'urine : résultat précieux pour l'estimation d'une substance de l'importance de l'urée qui est l'indice du mouvement d'oxydation portant sur les tissus protéiques et sur l'alimentation, d'où la cause générale de plusieurs maladies.

Il résulte encore des nombreux dosages d'urée effectués par Millon, que, chez l'homme en santé, il existe un singulier rapport empirique entre la densité de l'urine et le poids de l'urée qu'elle contient.

(1) Le chiffre réel est 1,3636 d'après les équivalents nouveaux.

Le second et le troisième chiffre de la densité comptés ensemble expriment assez exactement la quantité d'urée que contiennent 1000 grammes d'urine. En voici quelques exemples où les chiffres intéressants sont soulignés :

densité de l'urine à +15 degrés.	Urée dans 1000 grammes de cette urine.
1,0 046	4,20
1,0 308	29,72
1,0 130	12,81
1,0 210	21,36
1,0 258	25,58
1,0 092	9,88, etc.

Cette relation bizarre ne se rencontre plus dans les urines pathologiques, ni dans celles du lapin, du cheval et du chien.

Millon a mis à profit le moyen analytique que nous venons de rappeler pour reconnaître et doser l'urée contenue dans certaines parties de l'organisme, et voici, en ce qui concerne l'humeur vitrée de l'œil, le résultat auquel il est arrivé.

L'humeur vitrée exprimée des cellules hyaloïdes de l'œil de bœuf laisse 1,63 pour 100 de résidu,

Berzelius y signale du chlorure de sodium, de l'albumine et des matières solubles dans l'eau.

Millon y a reconnu la présence de l'urée, dans la proportion très-forte de 20 à 35 pour 100 du poids du résidu.

Le liquide hyaloïde de l'œil ne contiendrait réellement que de l'urée et du chlorure de sodium.

L'humeur vitrée de l'homme et du chien possède la même composition.

L'humeur aqueuse, qui remplit les chambres antérieures de l'œil, contient aussi de l'urée et du chlorure de sodium.

Les travaux ultérieurs de MM. Wurtz, Quevenne, Bouchardat, Lefort, Favre, etc. ont montré, depuis, l'extrême diffusion de l'urée dans tout l'organisme animal, et ces chimistes ont, par cela même, confirmé les résultats de Millon.

§ IV. — Sur un réactif propre aux composés protéiques.

(1849.)

Millon a découvert que la liqueur très-acide qu'on obtient en dissolvant le mercure dans son poids d'acide nitrique à $4\frac{1}{2}$ équivalents d'eau était d'une extrême sensibilité pour toutes les substances albuminoïdes, et pour bon nombre de produits secondaires qui s'y rattachent.

Cette liqueur nitro-mercurique communique à ces diverses substances une couleur rouge assez intense, et l'on peut très-aisément reconnaître ainsi dans l'eau $\frac{1}{1\ 000\ 000}$ d'albumine, et même une proportion moindre. Pour donner tout de suite une idée de la délicatesse de ce réactif, et aussi du parti qu'on en pourra tirer pour l'étude des organismes végétaux, Millon indique que le coton, les féculs et la gomme arabique prennent, à son contact, une teinte rose très-distincte. Les urines se colorent presque toutes en rose, après que la liqueur nitro-mercurique y a été mélangée, qu'on a chauffé le mélange, et que l'urée a été détruite.

L'albumine du sang, celle des épanchements séreux et des végétaux, la fibrine, le caséum, le gluten, la légumine, la soie, la laine, les plumes, la corne, l'épiderme, la gélatine, la chondrine, la protéine, le cristallin, la cornée, la couenne bien lavée, le produit soluble qu'elle cède à l'eau bouillante aussi bien que sa partie insoluble, se teignent en rouge plus ou moins foncé.

Lorsque la protéine devient soluble par l'action prolongée

des lessives alcalines, ou bien par l'action de l'acide sulfurique, la même coloration rouge se produit toujours; mais ce n'est plus une matière insoluble que l'on obtient: la liqueur rougit fortement sans donner aucun précipité.

On sait maintenant que ce réactif porte son action sur la tyrosine qui fait toujours partie de la constitution intime des matières albuminoïdes.

Il est à remarquer que le réactif ne réside ni dans le nitrate mercurieux, ni dans le nitrate mercurique, ni même dans leur mélange; il faut qu'à la solution qui renferme ces deux sels on ajoute de l'acide nitreux, le nitrate mercurique pur, saturé ensuite d'acide nitreux, réagit sensiblement, mais moins bien que le mélange des sels mercurique et mercurieux saturés du même acide nitreux. Aussi la méthode la plus simple pour préparer cette liqueur consiste-t-elle à traiter du mercure par un poids égal d'acide nitrique à 4, 1/2 équivalents d'eau.

La réaction s'établit vivement à froid; lorsqu'elle s'est ralentie, on chauffe très-doucement jusqu'à dissolution complète du métal et l'on ajoute deux volumes d'eau pour un volume d'eau mercurielle.

§ V. — Analyse élémentaire du chyle et du sang,

(1849.)

On avait admis, jusqu'alors, que le sang avait une composition différant peu de celle de l'albumine, quoique aucune analyse n'eût jamais été faite avec la masse entière du sang.

Millon pensa que l'analyse organique de ce liquide devait éclairer cette question.

Quant au chyle, sa composition était l'objet de nombreuses théories. Nulle recherche directe n'avait non plus été faite.

Millon fit l'analyse simultanée du sang et du chyle de deux chiens soumis à des régimes très-différents.

1° *Premier chien nourri pendant deux jours avec du lait.*

En théorie, les vaisseaux chylifères devaient rejeter la caséine et la lactine, en absorbant surtout le beurre.

Le sang devait offrir une composition moyenne, sous l'influence du régime lacté.

L'analyse élémentaire démontra que le sang contenait le carbone et l'azote dans les mêmes rapports que l'albumine, mais qu'il y avait un grand excès d'oxygène. La masse du sang pouvait être représentée par de l'albumine fortement oxygénée.

Le chyle était trois fois moins riche que le sang en matériaux organiques. Il offrait du reste une composition exactement correspondante. C'était aussi de l'albumine fortement oxygénée.

2° *Second chien nourri pendant deux jours avec des matières grasses.*

Ici, on retrouve encore les chiffres de l'albumine en carbone et en azote, mais au lieu d'oxygène en excès comme précédemment, c'est une plus forte quantité d'hydrogène que le sang a fixée.

Les résultats obtenus avec le chyle furent identiquement les mêmes qu'avec le sang.

Ainsi, en comparant la composition du chyle et du sang, recueillis simultanément chez le même animal soumis à un régime mixte, on trouve, entre les deux liquides, une grande analogie. Mais il est impossible de voir dans le chyle l'indice d'une absorption de matières grasses, de préférence aux autres principes alimentaires.

Lorsque la matière grasse a été administrée à doses exceptionnelles, le chyle et le sang ont fixé une plus forte

proportion de cette matière, et alors cette fixation est plus forte dans le chyle que dans le sang.

On peut croire aussi qu'il s'est fait une dissémination générale, un emmagasinement de la graisse qui se loge d'abord dans les cavités les plus propres à l'admettre.

Millon pense que les faits inclinent vers cette conclusion.

Les procédés opératoires de cette méthode nouvelle d'analyse des liquides de l'économie, qui s'exécute avec quelques grammes seulement de substance, ont été décrits dans un autre mémoire.

§ VI. — Mémoires sur le lait et sur les produits qui en dérivent.

(En collaboration avec M. Commaille.)

(1864-1865.)

Millon et M. Commaille ont donné une nouvelle méthode d'analyse du lait.

On mesure 20^{cc} de lait frais, on les étend de 4 volumes d'eau, puis on y verse cinq à six gouttes d'acide acétique à 10°. On agite et l'on filtre. Le liquide est mis de côté.

Le coagulum est lavé avec le moins d'eau possible, puis avec de l'eau alcoolisée. Il est détaché du filtre et délayé dans de l'alcool anhydre. Le tout est jeté sur un filtre; à l'alcool on fait succéder de l'éther contenant un dixième d'alcool absolu.

Les liquides, alcoolique et étheré, évaporés, laissent le beurre pour résidu : quant à la caséine, elle est détachée du filtre, séchée et pesée.

Le petit-lait, mis à part, est divisé en trois portions exactement mesurées.

La première est portée à l'ébullition : l'albumine se coagule, elle est recueillie, lavée à l'eau, à l'alcool, séchée et pesée. Le liquide qui a donné l'albumine est additionné de

deux ou trois gouttes de nitrate mercurique acide et bien exempt de sel mercurieux. Le précipité, soluble dans un excès de précipitant, est recueilli, lavé et séché comme l'albumine. Son poids, diminué de 20 %, donne celui de la lacto-protéine.

La seconde portion du petit-lait sert à doser le sucre de lait, soit au moyen de la liqueur de Barreswil (1 37,5 de lactine réduisent comme 100 de sucre de canne), soit avec le saccharimètre de Soleil.

La troisième portion du petit-lait est évaporée.

Le résidu contient l'albumine, la lactoprotéine, le sucre de lait, les matières minérales et tous les autres principes restés en dissolution. On connaît le poids de ces derniers en retranchant celui de l'albumine de la lacto-protéine, du sucre de lait et des cendres.

Le résidu, pesé et calciné, donne le poids des cendres.

On obtient ainsi successivement et avec 20 centimètres cubes de lait seulement : 1° le beurre ; 2° la caséine ; 3° l'albumine ; 4° la lacto-protéine ; 5° la lactine ; 6° les cendres ; 7° les autres principes du lait, acides organiques, etc.

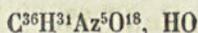
En agitant du lait frais avec du sulfure de carbone bien pur, celui-ci laisse, après évaporation, des traces de matières qui possèdent l'arôme propre au lait. Le lait de vache est le seul qui ait offert cette particularité à Millon et à M. Commaille. C'est également le seul qui ait donné un beurre coloré.

Millon et M. Commaille ont découvert dans le lait une matière albuminoïde particulière qu'ils ont nommée *lacto-protéine*.

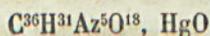
Elle n'est coagulée ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique, ni par le bichlorure de mercure, ni par l'acide acétique.

Mais elle forme, avec le nitrate mercurique pur, une combinaison insoluble dans l'eau, soluble dans un excès de sel mercuriel ou d'acide nitrique. Cette combinaison renferme 20 pour 100 de bioxyde de mercure.

La lacto-protéine est représentée par



et sa combinaison avec l'oxyde de mercure par

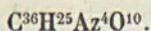


Ce qui rapproche sa formule de celle du liquide de la levûre de bière obtenue par l'acide acétique, lequel a pour formule :



La lacto-protéine peut être considérée comme étant cette dernière substance combinée avec une égale quantité d'ammoniaque et trois équivalents d'eau.

Il faut noter encore que M. Mulder représente la protéine par :



Lorsqu'on cherche à isoler la lacto-protéine, on obtient une matière gommeuse, très-soluble dans l'eau, mais où l'on ne retrouve plus les propriétés de cette substance en dissolution dans le lait.

Le lait de vache contient en moyenne, par litre, 3^{gr},00 de lacto-protéine; celui de chèvre 1^{gr},5; celui de brebis 2^{gr},5; celui d'ânesse 3^{gr},2, et celui de femme 2^{gr},5.

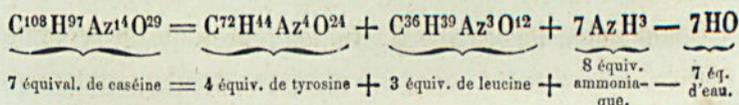
Ce principe paraît être essentiel au lait, car M. Commaille l'a retrouvé depuis dans celui de la chatte.

Dans un mémoire spécial, Millon et M. Commaille s'occupent de l'affinité de la caséine pour les acides, et ils démontrent qu'il y a, dans le lait frais, deux caséines : l'une qui reste avec le beurre quand on filtre le lait; l'autre qui passe avec le petit-lait, et qu'on obtient en la précipitant par les acides. La première a donné à l'analyse 14,87 pour 100 d'azote, et la seconde 17,18.

La caséine, en suspension, paraît être une véritable combinaison de la caséine pure avec des acides dérivés du beurre, ce qui explique sa faible teneur en azote. Quand celle en dissolution a été précipitée par l'acide acétique et lavée, elle est pure à quelques traces de cendres près.

Si, au lieu de filtrer le lait, on opère sa coagulation, on obtient le mélange des deux caséines, que l'on doit purifier par des dissolutions à l'aide d'une liqueur très-faible de soude caustique et des précipitations répétées par l'acide acétique; puis lavages à l'eau, à l'alcool et finalement à l'éther.

La caséine ainsi obtenue est représentée par :



Elle peut se combiner facilement avec la plupart des acides pour former des composés définis. Ceux qui ont été obtenus sont représentés par les formules suivantes :

1°	$C^{108}H^{97}Az^{14}O^{29}, HCl$	. . . . .	Caséine chlorhydrique;
2°	—	$PtCl^2$	. . . . . Caséine chlorplatiniq.
3°	—	$PtCl^2, HCl$	. . . Caséine chlorplatiniq. chlorhydrique;
4°	—	$AzO^5, 8HO$	. . . Caséine azotique,
5°	—	$C^2O^3, 5HO$	. . . Caséine oxalique;
6°	—	$PhO^5, 4HO$	. . . Caséine phosphorique;
7°	—	$AsO^5, 8HO$	. . . Caséine arsénique;
8°	—	$SO^3, 4HO$	. . . Caséine sulfurique,
9	—	$CrO^3, 8HO$	. . . Caséine chromique.

Ces combinaisons, insolubles dans l'eau, se dissolvent dans un excès d'acide.

La caséine n'est pas précipitée et ne paraît pas se combiner avec l'acide prussique et avec le tannin.

L'acide, combiné avec la caséine, n'obéit pas aux lois de double décomposition, comme il le ferait s'il était combiné avec un alcaloïde.

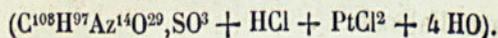
L'acide libre, même plus faible, employé en excès, chasse de sa combinaison caséique l'acide combiné. Ainsi l'acide nitrique, en quantité suffisante, déplace l'acide sulfurique de la caséine sulfurique, dissoute avec quelques traces de soude, et il se précipite de la caséine nitrique.

La caséine est une amide de tyrosine et de leucine.

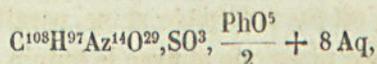
Nota : Depuis lors, M. Commaille a démontré (thèse pour le doctorat ès sciences) que tous les composés albuminoïdes, tirés du règne végétal ou animal (sauf ceux qui se rapprochent des ferments et des gélatines), sont des amides d'un certain nombre d'équivalents de leucine et de tyrosine.

Dans le précédent mémoire, Millon et M. Commaille ont fait connaître les composés qui résultent de l'union des acides avec la caséine. Ils établissent ici la composition de la caséine libre et reviennent sur certains faits relatifs aux combinaisons acides.

Ainsi, quand on traite la caséine sulfurique par l'acide chlorhydrique en grand excès, on obtient une dissolution qui donne avec le bichlorure de platine le composé suivant, où la combinaison sulfurique fonctionne comme une nouvelle unité chimique :



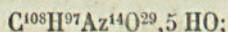
Ils ont aussi obtenu l'adjonction dans le même composé des deux acides sulfurique et phosphorique :



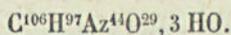
ce qui peut expliquer, jusqu'à un certain point, la présence si fréquente du phosphore et du soufre dans les substances albuminoïdes.

Les combinaisons acétique, perchlorique et sulfocyanhydrique sont décomposées par l'eau. Ce qui explique comment, en précipitant le lait par l'acide acétique, on a, après les lavages convenables, de la caséine pure.

Comme résultats définitifs de l'étude des composés acides et basiques de la caséine, il ressort : que celle qui est en dissolution dans le lait est représentée, quand elle est pure, par



tandis que la caséine en suspension, débarrassée des acides dérivés du beurre, a pour formule :



Dans un cinquième mémoire, Millon et M. Commaille établissent que si la caséine forme avec les acides des composés parfaitement définis, elle peut également s'unir aux bases.

La méthode générale, pour obtenir ces nouvelles combinaisons, consiste à broyer ensemble la base et la caséine, à délayer le tout dans l'eau, à filtrer et à recueillir, dans de l'alcool fort, le liquide qui passe. Le précipité qui prend naissance constitue le composé nouveau quand il a été lavé à l'alcool et séché. Avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, employées sans autre oxyde, il ne se produit pas de précipité par l'alcool.

Non-seulement une base, mais plusieurs peuvent s'unir ainsi simultanément à la caséine et toujours en proportions définies.

Quelquefois les composés qui en résultent ont une belle nuance et peuvent, quand ils sont solubles, communiquer à l'eau une vive couleur. Tels sont ceux où entre une base alcaline ou terreuse et l'oxyde bleu de cuivre étudié par M. Péligot.

L'acide carbonique sec n'altère pas ces combinaisons; humide, il carbonate les bases plus ou moins facilement.

La combinaison est quelquefois tellement solide que l'ammoniaque, qui dissout si énergiquement la caséine libre, ne parvient pas à l'enlever à l'oxyde. C'est ce qui a lieu avec le bioxyde de mercure. Il se produit alors une combinaison de caséine et de la base ammoniac-mercurique de Millon ($3\text{HgO}, \text{HgAzH}^2$). Cependant, il n'en est pas toujours ainsi et la caséine cède souvent devant une autre affinité peu énergique.

Les composés qui ont été obtenus sont représentés par les formules suivantes :

1°	$\underbrace{\text{C}^{108}\text{H}^{97}\text{Az}^{14}\text{O}^{29}}_{\text{Caséine}}, \text{CuO}, \text{MgO} \dots \dots$	bleu lilas clair;
2°	—	3 CuO, 6 CaO. beau violet;
3°	—	3 CuO, 4 BaO. violet rougeâtre;
4°	—	CuO, 6 KO. beau violet;
5°	—	2 CuO, 5 NaO. violet foncé;
6°	—	3 CuO, AzH ⁴ O. gris verdâtre;
7°	—	5 CaO. blanc;
8°	—	BaO. blanc;
9°	—	2 MgO. blanc;
10°	—	2 ZnO, 7 KO. blanc;
11°	—	AgO. blanc;
12°	—	2(3HgO, HgAzH ²). gris jaunâtre.

CHAPITRE IV

CHIMIE GÉNÉRALE

§ 1. — Sur la décomposition des substances organiques par la baryte.

(En collaboration avec Pelouze.)

(1840.)

Ce travail, publié en commun avec Pelouze, est une critique de la théorie des substitutions ; il a été fort goûté par Berzelius (*Rapport annuel*, 1841, p. 156). Bien que cette importante théorie ne soit plus en question aujourd'hui, la note de Pelouze et Millon a conservé de l'intérêt à cause des faits nouveaux qui y sont relatés.

Au nombre de ceux-ci figure la production de l'hydrogène pur par l'hydrate de baryte agissant en excès et au rouge sur du charbon ; cette expérience de laboratoire vient d'être rendue industrielle par MM. Tessié du Motay et Maréchal pour « la production industrielle de l'hydrogène ». (*Moniteur scientifique*, 1868, p. 329.)

L'alcool absolu a une composition telle qu'elle peut se traduire en acide carbonique et en gaz des marais $C^4H^6O^2 = CO^2 + C^3H^6$. Pelouze et Millon l'ont fait passer sur de la baryte anhydre à une température voisine du rouge sombre, et ils l'ont transformé complètement en acide carbonique qui est resté sur la baryte et en gaz des marais qui s'est dégagé en abondance.

Voilà donc une nouvelle source de gaz des marais dans l'alcool, et, certes, personne ne pourra voir une relation

même éloignée entre l'alcool et le gaz des marais. Est-il davantage permis de voir une relation entre l'acide acétique et le gaz des marais?

L'acide formique, C^2HO^3,HO , peut se représenter par C^2O^4,H^2 , c'est-à-dire par de l'acide carbonique et de l'hydrogène pur; lorsqu'on le chauffe avec un oxyde, il se décompose en effet en acide carbonique qui reste sur l'oxyde et en hydrogène pur. Dans cette circonstance, la moitié de l'hydrogène vient de l'eau qui a été décomposée par le carbone de l'acide formique sous l'influence de la potasse. Ce mode de décomposition, déjà plus avancé que celui de l'alcool par la baryte anhydre, a fait espérer une destruction analogue pour l'alcool en employant la baryte hydratée. Ces chimistes ont donc fait passer le gaz des marais provenant de la décomposition de l'alcool sur de l'hydrate de baryte et ils ont obtenu de l'hydrogène en grande quantité.

La naphthaline s'est brûlée de la même manière en donnant lieu à un dégagement d'hydrogène.

Les oxalates anhydres chauffés avec la baryte donnent, comme on sait, de l'oxyde de carbone; en substituant à celle-ci de la baryte hydratée, on a obtenu de l'hydrogène.

Pelouze et Millon ont été ainsi conduits à décomposer l'oxyde de carbone lui-même par l'hydrate de baryte: il a donné de l'hydrogène pur.

Enfin le charbon chauffé dans un excès d'hydrate de baryte, passe à l'état d'acide carbonique qui se fixe sur la base tandis que l'hydrogène se dégage encore.

En partant des expériences précédentes, Pelouze et Millon croient pouvoir tirer la conclusion suivante qui est fort simple: la baryte anhydre enlève aux substances organiques tout l'acide carbonique que leur composition élémentaire

leur permet de fournir ; la baryte hydratée pousse la destruction plus loin et tend à brûler tout le carbone, tandis que l'hydrogène qui provient de la substance se réunit à celui qui provient de la décomposition de l'eau et se dégage à l'état de liberté. On comprend qu'en vertu de cette règle, les substances isomériques, qui diffèrent certainement dans leur composition intime, doivent toutes arriver à une même destruction finale.

Dans les produits qui résultent de cette réaction violente, il n'y a plus, suivant eux, d'autre rapport avec la substance primitive que celui qui dérive immédiatement de la composition même de cette dernière. Son arrangement moléculaire, son type, est anéanti ; on ne saurait mieux comparer cette action de la baryte qu'à celle de l'oxyde de cuivre sur les substances organiques. Avec l'oxyde de cuivre, l'acide carbonique qui se produit aux dépens de la matière organique se dégage, et le cuivre reste ; avec la baryte, tout l'acide carbonique demeure combiné. Toute la différence provient de ce que l'oxyde de cuivre est d'une réduction facile et brûle l'hydrogène aussi bien que le carbone, tandis que la baryte n'est réduite dans aucun cas ; ajoutons que c'est l'eau seule de la baryte qui fournit son oxygène à la combustion et que dès lors l'hydrogène doit se dégager à l'état de liberté.

§ II. — Sur les phénomènes chimiques dus au contact.

(En collaboration avec M. J. Reiset.)

(1843.)

Les expériences de H. Davy, Doebereiner, Thénard, Dulong, Mitscherlich et Kuhlman ont montré que certaines substances pouvaient se laisser décomposer par d'autres corps sans que ceux-ci s'emparent d'aucuns de leurs élé-

ments, et l'on sait que cette action différente de l'affinité a été étudiée et désignée sous le nom de *force catalytique*.

Il a paru à Millon et à M. Reiset que, bien que la réalité de cette force soit assez généralement admise, les faits n'étaient encore ni assez variés ni assez bien définis pour entraîner toutes les convictions.

Si, en effet, on résume les faits attribués à la force de contact du platine, on trouve qu'ils se réduisent tous à une association insolite de substances gazeuses ou réduites en vapeur : on y remarque surtout la fixation de l'oxygène, mais ces oxydations n'avaient point été variées, et c'est en suivant ce phénomène dans toute son étendue et dans toute sa diversité que Millon et M. Reiset ont obtenu les résultats suivants :

Lorsqu'on fait arriver de l'oxygène sur un mélange intime de mousse de platine et de substance organique, il se produit de véritables combustions à des températures peu élevées. Ainsi, à $+ 160$ degrés, l'acide tartrique et l'acide racémique fournissent déjà de l'eau et de l'acide carbonique ; à $+ 250$ degrés le poids de l'acide carbonique et de l'eau représente à deux centièmes près la composition élémentaire des deux acides.

Les sucres de canne, de raisin, de lait et de diabète commencent à donner de l'eau et de l'acide carbonique à $+ 140$ degrés ; à $+ 250$ degrés leur combustion est complète après un courant prolongé d'oxygène.

Le beurre donne déjà de l'acide carbonique de $+ 90$ à $+ 160$ degrés ; l'huile d'olives entre $+ 80$ et 90 degrés.

L'acide stéarique et la cire brûlent vers $+ 100$ degrés ; et à $+ 280$ ils s'enflamment d'une manière brillante dans le courant d'oxygène.

Millon et M. Reiset ont cru remarquer que ces oxydations

s'effectuaient par phases, qui correspondent sans doute à diverses formations de produits.

Leurs recherches ont encore montré que les corps, comme la mousse de platine, le charbon et la pierre ponce, avaient la propriété, par leur présence, de dissocier les substances entre elles, de détruire les groupements moléculaires, et d'opérer, comme la chaleur, des dédoublements définis et des combinaisons particulières; en voici quelques exemples :

Le chlorate de potasse additionné de mousse de platine ou de pierre ponce cède bien plus facilement son oxygène que lorsque le sel est chauffé seul.

A + 160 degrés le nitrate d'ammoniaque et la mousse de platine fournissent de l'acide nitrique, de l'azote et de l'eau, tandis que ce sel se convertit, dans l'état ordinaire, en protoxyde d'azote; mélangé avec la pierre ponce, et chauffé à 230 degrés le nitrate d'ammoniaque fournit de l'azote et du protoxyde d'azote. Quant au charbon de bois, comme il participe chimiquement à la réaction, il produit à + 170 degrés une véritable explosion.

Le nitrate d'urée se détruit avec la mousse de platine à + 130 degrés en produits gazeux, alors que le même sel donne à peine quelques bulles de gaz lorsqu'il est seul.

L'acide tartrique et la mousse de platine donnent naissance à des produits incolores qui contrastent, par leur pureté, avec les matières goudroneuses fournies par l'acide chauffé seul.

La pierre ponce change complètement la nature des matières qui se produisent lorsqu'on la mélange avec de l'acide citrique; au lieu d'acide aconitique, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'acétone, on obtient de l'acide carbonique pur.

L'acide oxalique, l'alcool, l'éther, l'acide acétique sont

dans le même cas ; tantôt les produits diffèrent de ceux qu'on obtient dans l'état ordinaire, tantôt la mousse de platine, le charbon et la pierre ponce se comportent de manières très-variables. Les auteurs ont conclu que ces corps sont doués d'une activité de contact qui, par ses résultats extérieurs, présente tous les caractères des grands agents physiques.

Millon et M. Reiset font observer, en terminant, que les combustions à basse température produites sous l'influence de substances de contact placent moins loin des phénomènes ordinaires de la science les oxydations qu'éprouvent, sans aucun doute, les aliments au sein des organes.

§ III. — Sur les éléments qui composent les substances organiques et sur leur mode de combinaison.

(1844.)

Chaque métalloïde, chaque métal se trouve, en chimie minérale, marqué par quelques traits qui reparaissent partout où se fixent le métal et le métalloïde.

C'est ainsi que partout où se combine le chlore, le soufre et l'iode, on les déplace sans peine sous forme de chlorure, de sulfure et d'iodure. Les acides minéraux se retrouvent facilement au sein des dissolvants, quels que soient les liens dans lesquels ils se trouvent engagés. Les bases aussi conservent, en présence des acides, des réactions invariables.

Mais que l'on cherche à faire l'application de règles analogues au carbone, elles se trouvent presque toutes en défaut. C'est ainsi qu'on tourmente vainement le chlorure et le sulfure de carbone par les réactifs ordinaires, le chlore et le soufre n'y sont jamais décelés. Les carbures d'hydrogène peuvent se dissoudre dans les solutions métalliques, sans que l'hydrogène, uni au carbone, sollicite l'oxygène

de la base, tandis que le carbone se porterait sur le métal. Tous les carbures métalliques connus jusqu'ici sont pourtant insolubles ; et, quelle que soit la combinaison de l'hydrogène, elle obéit à cette règle de double échange ; le chlore, l'iode, le soufre, le sélénium, le tellure, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine suivent cette règle uniforme dans leur union avec l'hydrogène ; le carbone s'en affranchit.

Pour représenter, autant qu'on peut le faire par des mots, cette spécialité du carbone, on peut dire que, dans les combinaisons minérales, les éléments sont juxtaposés, tandis qu'ils se pénètrent dans les combinaisons organiques. Il semble que le mode naturel des êtres qui conduit à distinguer l'accroissement extérieur des minéraux, et l'intus-susception des animaux et des plantes, se trouve en corrélation avec le mode chimique des principes qui servent à construire les uns et les autres.

Voici maintenant les conséquences de la pénétration du carbone : cet élément, associé aux autres éléments, forme avec eux un composé qui n'agit plus par les différentes pièces qui le constituent, mais par leur ensemble ; c'est comme un corps nouveau qui offre ses ressources à la production des êtres organiques.

On comprend que, par un abus de cette disposition, quelques chimistes aient été portés à construire une multitude de corps hypothétiques formés par l'union du carbone avec l'azote, l'hydrogène et l'oxygène ; on a donné à ces êtres, imaginaires pour la plupart, le nom de *radicaux*, et on leur a fait ainsi jouer, presque toujours en dépit des réactions, un rôle fort étrange, tandis qu'il eût suffi, dans ces différents cas, de signaler l'union parfaite de plusieurs éléments organiques, et d'indiquer, au gré des phénomènes, leurs tendances générales de combinaison ou de décomposition.

Si le carbone a la puissance d'enchaîner un certain nombre de molécules, de constituer avec elles un groupement d'une stabilité particulière, on comprend sans peine que ce groupement résiste à une modification qui détruirait tout autre arrangement chimique, appartenant, par exemple, aux combinaisons minérales. Ici, la molécule organique s'ouvre à la substitution, mais la permanence se retrouve dans le nombre.

L'isomorphisme de l'hydrogène et du chlore montre jusqu'où peut aller la permanence de certaines propriétés du groupement organique. On sait que ces deux éléments satisfont, dans plusieurs cas, aux règles de l'isomorphisme. Faudrait-il en conclure que le chlore et l'hydrogène possèdent des analogies très-étendues? Certainement non; ils sont isomorphes à la condition de se trouver en présence du carbone. Le carbone, ce témoin nécessaire aux relations isomorphiques du chlore et de l'hydrogène, imprime un caractère si puissant au groupement auquel il préside, que le remplacement d'un corps tel que l'hydrogène par un autre de nature très-opposée, tel que le chlore, ne change pas une des conditions essentielles de la combinaison, celle qui se traduit par la forme.

Ainsi, pour résumer ces premiers points de l'histoire du carbone, cet élément offre un mode de combinaison qui lui appartient en propre; il fait en quelque sorte passer à l'état latent les éléments auxquels il s'associe, et les groupe dans un certain ordre où il les retient par sa présence; le groupement est si fort, tant que le carbone le domine, que les éléments de la nature la plus contraire se placent l'un à côté de l'autre, se substituent et semblent établis dans l'alliance la plus naturelle, lorsqu'ils sont peut-être enchaînés par un lien violent.

Il serait superflu d'insister sur l'azote et de montrer qu'il se rapproche du carbone, qu'il se place avec lui sur cette ligne d'affinité organique où les éléments s'unissent, s'effacent et se préparent à satisfaire, par un ensemble parfait, aux besoins de l'organisation végétale et animale.

Mais si l'on s'élève à des composés organiques plus complexes, le même caractère de combinaison intime se reproduit et prend une extension considérable ; ici le fait est palpable, et, pour plusieurs cas particuliers, il se trouve déjà très-clairement défini. Ainsi, la combinaison des acides minéraux et de l'acide sulfurique en particulier avec l'alcool, la naphthaline, le sucre, l'acide acétique, la glycérine, les corps gras, l'indigo, l'albumine, la protéine, a très-bien appris que certaines substances minérales, en s'unissant aux substances organiques, perdaient la propriété de se déceler par les réactifs ordinaires. Les acides *copulés* ont conduit à une définition précise, mais très-restreinte, du principe que développe Millon, et bien avant, les acides *copulés*, les acides *conjugués* avaient présenté une vue délicate du même principe et son application très-hardie.

En admettant, ce qui est incontestable, que les acides sulfurique, nitrique et phosphorique s'unissent aux principes organiques et s'absorbent dans une combinaison intime ; en admettant que les acides organiques se soumettent au même régime que les acides oxalique et acétique, jusqu'où ce principe de combinaison s'étendra-t-il ? Faut-il s'arrêter aux cas déjà bien nombreux qui viennent d'être signalés ? ce serait renoncer à mille rapprochements curieux que ce principe provoque.

C'est bien certainement ici qu'il faut placer les combinaisons si variées du cyanogène et des cyanures entre eux ; le carbone et l'azote, les deux éléments organiques par

excellence, unis l'un à l'autre, mettent en pleine évidence le principe de combinaison intime. Sa puissance s'y développe, pour ainsi dire, sans limites. Tous les éléments, métaux et métalloïdes, viennent s'absorber dans les groupements cyanurés, et y perdre, en quelque sorte, leur caractère individuel. Tout à côté du cyanogène se place l'ammoniaque; c'est presque la même puissance de combinaison intime, la même fécondité dans les productions organiques et minérales qui en dérivent. L'union de l'ammoniaque à l'eau, aux oxydes métalliques, aux acides minéraux et organiques, montre avec quelle facilité elle s'associe pour former des groupements nouveaux, dont les éléments, rapprochés par le lien le plus intime, s'engagent simultanément dans les réactions ultérieures.

Il serait inutile de poursuivre plus loin les rapports des substances minérales et des substances organiques. Le mode d'union du carbone au chlore, au soufre, à l'hydrogène, se reproduit dans la combinaison du cyanogène et de l'ammoniaque avec les substances minérales, et le même principe se continue, sans interruption dans la combinaison de toutes les substances organiques; elles tendent toutes, dans leurs rapports avec les produits d'origine minérale, à l'union intime des éléments.

Mais un fait si général se bornera-t-il aux relations des éléments et des principes organiques avec les principes minéraux? Les substances organiques perdront-elles, les unes à l'égard des autres, la faculté de se combiner intimement, et de former, par l'union de groupements simples, des groupements complexes, où toutes les pièces de l'assemblage concourent à une même réaction? Il répugne de croire qu'il en soit ainsi. Douées d'une faculté de combinaison qui leur appartient en propre, les substances orga-

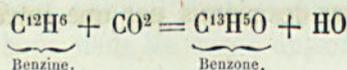
niques l'exercent nécessairement entre elles. C'est ainsi que l'auteur a déjà signalé la classe des acides conjugués, comme la première application du principe de combinaison intime.

Millon a dû rechercher si ce même principe pourrait pénétrer ailleurs : pour le soumettre au contrôle de cette nouvelle et décisive épreuve, on comprend qu'il eût été tout à fait oiseux de détailler d'une manière purement graphique, et de découper, en quelque sorte, un certain nombre de molécules organiques. Millon s'est attaché, au contraire, à saisir, à la faveur du principe de combinaison intime, des relations nombreuses entre des corps éloignés jusqu'ici par le rang qu'on leur assigne. En se livrant à cette recherche, l'auteur n'a pas tardé à reconnaître qu'il fallait admettre que certaines dispositions moléculaires persistent encore après l'élimination de l'eau ou de l'acide carbonique, et même après l'élimination simultanée de ces deux principes.

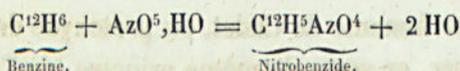
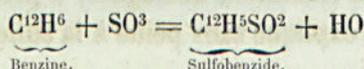
Il existe une catégorie de corps sur la constitution desquels on a, jusqu'ici, hésité à se prononcer : ces corps sont désignés sous le nom de *benzone*, *acétone*, etc.; ils renferment tous de l'oxygène dans leur composition, et se forment dans la distillation des sels organiques à base alcaline ou terreuse. Si l'on observe les circonstances de leur production, on reconnaît qu'elles sont très-voisines de la formation d'un carbure d'hydrogène qui dérive de ces mêmes sels. Entre le carbure d'hydrogène et le produit oxydé, aucune relation apparente au premier abord.

La formule de la benzine, C^2H^6 , s'éloigne manifestement de la formule de la benzone, $C^{12}H^8O$; il en est de même du gaz des marais, C^2H^4 , rapproché de l'acétone, C^3H^3O .

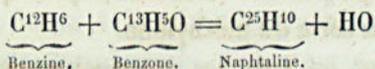
Mais si l'on consent à se représenter la benzone comme un produit résultant de l'union de l'acide carbonique et de la benzine, avec élimination d'eau, on trouvera que ces produits sont dans un rapport très-simple :



La benzone dérive par conséquent de la benzine et de l'acide carbonique, absolument comme la sulfobenzide et la nitrobenzide dérivent du même carbure d'hydrogène et des acides nitrique et sulfurique.



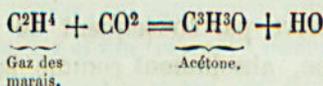
Maintenant on peut continuer le même ordre d'idées en se tenant aux produits qui résultent de la distillation des benzoates. Que l'on admette un instant que la benzine et la benzone peuvent se combiner entre elles, avec élimination d'eau, et l'on arrivera à l'équation suivante :



Ainsi la benzine et la benzone, qui s'uniraient en perdant un équivalent d'eau, donneraient un carbure d'hydrogène dans lequel le rapport des éléments serait semblable à celui qui s'observe dans la naphtaline.

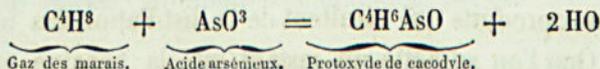
Si l'on se rappelle que la naphtaline se produit en même temps que la benzine et la benzone, et qu'elle donne naissance à des produits identiques avec ceux qui dérivent de la benzine, on comprendra quels rapprochements inattendus peut provoquer l'application du principe de combinaison intime.

Quelle simplicité n'introduirait-on pas dans l'histoire des carbures d'hydrogène, en montrant qu'ils se rattachent à trois ou quatre groupements primitifs, modifiés suivant des règles simples et associés entre eux? Quant à l'acétone, il se rattache au gaz des marais par une interprétation semblable.



Que le gaz des marais et l'acétone aboutissent l'un et l'autre, dans des conditions analogues, à produire du chloroforme, cela s'explique sans peine à la suite de l'équation qui précède.

La liqueur fumante de Cadet, ou protoxyde de cacodyle, paraît dériver, en vertu du même principe, de l'acide arsénieux et du gaz des marais.



Il serait tout simple, avec une telle origine, que les composés du cacodyle pussent retourner, après quelques métamorphoses, à la série du méthylène.

En inscrivant ici tous les rapprochements organiques auxquels on peut arriver par une élimination simultanée d'eau et d'acide carbonique, la discussion serait interminable. Cependant, comment résister à croire, en présence de certaines réactions caractéristiques et permanentes de plusieurs séries de produits pyrogénés, des acides méconique et gallique par exemple, et de leurs dérivés, comment résister à croire qu'il existe en dehors de l'eau et de l'acide carbonique éliminés, un groupement stable qui persiste dans son arrangement comme dans la tendance de ses affinités?

Ce travail, purement théorique du reste, est le développement d'une définition telle qu'elle venait d'être donnée par Gerhardt : la *chimie organique* est la *chimie du carbone*. (*Précis de chimie organique*, T. I, p. 1, 1844.) Il a beaucoup contribué à appeler l'attention sur le rôle tout particulier que joue le carbone dans les corps appartenant au règne végétal ou au règne animal ; c'est aussi dans ce travail que Millon soupçonne la présence du méthylène dans le cacodyle, soupçon qui a été confirmé quelques années après.

§ IV. — Recherches sur la constitution chimique des acides et des bases ; et considérations générales sur les constitutions salines.

(1844-1845.)

Millon avait été conduit à soupçonner : 1° que certaines bases s'accompagnent d'un ou plusieurs équivalents d'eau qu'elles tendent à conserver même après leur combinaison avec les acides ; 2° que plusieurs équivalents d'un même oxyde peuvent s'ajouter l'un à l'autre, se superposer en quelque sorte et se comporter ensuite comme un seul équivalent, dans les combinaisons qu'ils contractent (1).

Ces faits généraux lui semblaient surtout ressortir de l'examen des sels de magnésie. Cet examen porta, spécialement, sur la déshydratation de ces sels et fut entrepris et exécuté avec un soin et une patience exemplaires. Le sulfate de magnésie $MgO, SO^3 + 7HO$, se réduit à $MgO, SO^3 + 5HO$,

(1) Selon Millon, en effet, l'eau du sulfate de magnésie forme avec l'oxyde de magnésium une base *polyatomique*, tout comme le fait l'eau du gypse qu'il ne faut pas considérer comme $CaO, SO^3 + 2HO$, mais bien comme $CaO, HO + SO^3, HO$, ne devenant du sulfate de chaux que lorsque l'eau a été chassée par le feu.

Le sulfate de magnésie cristallisé deviendrait ainsi le sulfate d'une base polyatomique, dont la formule est $MgO, 6HO$. Le sel $SO^3, MgO + 5HO$ deviendrait : $SO^3, HO + MgO, 4HO$ et ainsi de suite.

à +40 degrés dans une atmosphère saturée d'humidité. Dans une atmosphère sèche, la déshydratation commence à + 30 degrés. A + 35 degrés le sel perd 5 équivalents d'eau. Cette expérience demande 25 à 30 jours. Au contraire, à la température de 100 degrés, il suffit d'un jour pour arriver à $\text{MgO}, \text{SO}^3 + 2\text{HO}$.

De 110 à 115 degrés, il s'échappe encore un demi équivalent d'eau ; entre 140 à 180 degrés, le sel devient $\text{MgO}, \text{SO}^3 + \text{HO}$ (1). Enfin à + 200, la déshydratation est complète et le produit anhydre résiste à l'action de la chaleur que peut produire une lampe à alcool.

Mais au rouge blanc maintenu pendant plusieurs jours, le sulfate lui-même se décompose si bien qu'au bout de quelques jours, il ne reste plus que la magnésie pure.

Des expériences analogues ont été faites avec d'autres sels de magnésie, puis avec des oxalates alcalins.

De ces faits mis en évidence avec un soin scrupuleux, Millon déduit les conséquences les plus inattendues et qui dénotent un puissant esprit de généralisation.

Bien que les conclusions de Millon n'aient pas été goûtées par Berzélius qui les considère comme des jeux d'imagination (*Rapport annuel*, 1847, p. 110), il n'en est pas moins vrai que l'on reconnaît une certaine parenté entre le *polyatomisme* formulé à cette occasion, l'*isomorphisme polymère* de Scherer, venu peu après (*ibid.*, p. 53) et l'*atomicité* de la chimie unitaire dont notre ami a été un des adversaires les plus convaincus.

Si les bases polyatomiques ont une existence réelle, si ce n'est point une hypothèse vaine d'admettre que 2, 3, 4 ou 6

(1) Ce composé a été récemment trouvé à l'état natif dans les mines de Stassfurth, où il est exploité sous le nom de *martinsite* ou plus généralement de *Kieserite*. (*Annales de chimie et de physique*, 4^e série, t. V, p. 313.)

molécules d'un même oxyde peuvent représenter la même quantité chimique qu'une seule molécule du même oxyde, on pressent que ce groupement multiple mis en présence de l'ammoniaque va prouver son agrégation intime. S'il ne possède, en effet, que la valeur des groupements simples tels que PtO, AgO, ZnO, CuO, il devra comme eux s'unir à 1, 2 ou 3 équivalents d'ammoniaque, et, malgré ce nouvel entassement moléculaire, sa capacité de saturation ne changera pas davantage.

En voici quelques exemples :

Sulfate biammonio-platineux. . $\text{SO}^3, \text{PtO}, 2 \text{AzH}^3$ (c'est le sulfate de la base de Reiset);
 Hydrate biammonio-cuprique. . $\text{CuO}, 2 \text{AzH}^3, 4 \text{HO}$;
 Nitrate triammonio-argentique. $\text{AzO}^5, \text{AgO}, 3 \text{AzH}^3$;
 Iodure triammonio-cobaltique. $\text{CoI}, 3 \text{AzH}^3$;
 Sulfate ammonio-argentique. . $\text{SO}^3, \text{AzH}^3, \text{AgO}$ (par la voie sèche);
 Sulfate biammonio-argentique. $\text{SO}^3, 2 \text{AzH}^3, \text{AgO}$ (la voie humide);
 Nitrate triammonio-argentique. $\text{AzO}^5, 3 \text{AzH}^3, \text{AgO}$, (la voie sèche).

D'autres exemples sont encore cités à l'appui du fait que Millon cherche à faire ressortir, à savoir: que les combinaisons ammoniacales de ces oxydes se forment par l'addition de 1, 2 ou 3 équivalents d'ammoniaque; de sorte qu'on peut énoncer très-simplement la loi qui préside à l'association de l'ammoniaque et des oxydes métalliques ou de leurs sels en disant que: *l'équivalent d'oxyde ou de sel se combine intimement à 1, 2 ou 3 équivalents d'ammoniaque.*

Il convient d'ajouter que tantôt l'oxyde ammonio-métallique se séparera facilement, offrira de la stabilité dans l'association de ses éléments et réagira avec l'énergie de ses alcalis ainsi qu'on l'observe dans la base découverte par M. Reiset; que tantôt, il sera mobile, instable, soumis à des conditions d'existence tout à fait exceptionnelles (oxyde ammonio-cuprique, par exemple), que tantôt, enfin, la base ne pourra s'isoler (oxyde ammonio-zincique). Mais dans

toute disposition, les sels ammonio-métalliques présenteront des caractères nouveaux, tranchés, distincts de ceux qui appartiennent aux sels anhydres ou hydratés. Les alcalis et leurs carbonates ne précipiteront plus les dissolutions de ces métaux qui appartiennent pourtant tous aux sections inférieures. Le fer ne déplacera plus le cuivre ni l'argent ; le cyano-ferrure de potassium fera apparaître des précipités inattendus et dans toutes les réactions de double échange, l'acide du sel ammonio-métallique suivra ses règles accoutumées, tandis que le groupement antagoniste, oxyde et ammoniacque, conservera son association intime et marchera dans son ensemble, au gré de ses affinités propres.

Il peut arriver aussi que l'oxyde soit polyatomique et que l'ammoniaque se présente unie à 2, 3 et 4 équivalents d'oxyde ; dans ce cas, la nomenclature est tout aussi simple :

Iodure ammonio-mercurique..	$\text{HgI}, \text{AzH}^3,$
Nitrate ammonio-bimercurique..	$\text{AzO}^2(\text{HgO})^2, \text{AzH}^3,$
Sulfate ammonio-trimercurique.	$\text{SO}^3(\text{HgO})^3, \text{AzH}^3,$
Hydrate biammonio-tricuprique.	$(\text{CuO})^3, 2 \text{AzH}^3, 6 \text{HO},$
Oxalate ammoni-quadrimercurique.. . . .	$\text{C}^2\text{O}^3, (\text{HgO})^3, \text{HgAzH}^2.$

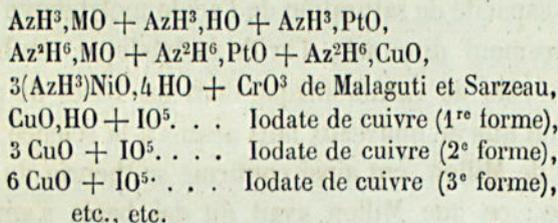
Toutes les combinaisons mercuriques ammoniacales sont ainsi passées en revue et rentrent dans la théorie que nous avons déjà énoncée, à savoir que : « *l'équivalent d'oxyde ou de sel se combine intimement à 1, 2 ou 3 équivalents d'ammoniaque* ». Et c'est toujours le cas le plus simple qui se présente dans les sels mercuriels : union d'un équivalent d'ammoniaque avec le groupement mercurique, peu importe que celui-ci soit mono-atomique ($\text{HgO} - \text{HgCl} - \text{HgI}$), ou bien bi-atomique ($2\text{HgO} - 2\text{HgCl} - 2\text{HgI}$), ou bien tri-atomique (3HgO), etc.

En un mot, suivant la théorie de Millon, les combinaisons ammoniacales sont à mettre à côté des bases de platine qui, comme celles de Magnus, de Gros, de Reiset, etc., contiennent de l'oxyde de platine uni à un ou plusieurs équivalents

d'ammoniaque, tout en ne saturant qu'un équivalent d'acide. Cette combinaison, dans le cas du platine, offre une fixité remarquable; avec les autres oxydes métalliques, au contraire, l'ammoniaque donne, en général, des produits instables, et ne reste combiné que sous l'influence d'acides énergiques. On arrive sans peine à comprendre, avec ce fait d'association, que 1 ou 2 équivalents d'ammoniaque et quelquefois plus, peuvent s'ajouter à un oxyde pour constituer des bases sans augmenter la capacité de saturation de celles-ci.

C'est absolument ainsi que l'eau, en s'unissant aux oxydes, peut former des bases différentes de l'oxyde produit par l'union simple du métal avec l'oxygène.

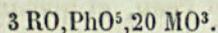
Ainsi, en se groupant avec l'eau, avec l'ammoniaque, avec l'ammoniaque et l'eau, et quelquefois avec lui-même, un oxyde peut former les bases suivantes, capables de saturer un seul équivalent d'acide.



On a reproché, avec quelque raison, à la théorie du polyatomisme de supprimer sans nécessité les sels basiques pour ne plus y voir que des sels neutres. En admettant que son auteur ait dépassé le but, il n'en est pas moins vrai que sa théorie rend compte de certains faits inexplicables jusque-là. Elle comprend même des faits qui étaient inconnus à ce moment et qui n'ont surgi que longtemps après. Ainsi l'acide bromo-thallique, TeBr^3 , s'unit avec plusieurs équi-

valents d'éther (1), de même que les chlorures ou les bromures de bismuth, d'antimoine ou d'arsenic (2), le perbromure de manganèse (3) ; le perchlorure de manganèse en fixe 12 équivalents, le bromure de bore peut aller jusqu'à 13 (4) et le perchlorure de plomb forme un composé défini, très-stable, avec 16 équivalents de chlorure de calcium (5).

Plus récemment, enfin, M. Debray a fait connaître des combinaisons parfaitement définies, formées d'acide molybdique et d'acide phosphorique, à l'état de composés bien nets, et capables de donner des sels cristallisés. Leur acide, qui est complexe, offre ceci de particulier qu'il renferme constamment une petite quantité d'acide phosphorique (3,7 à 4,1 pour 100). Ses sels peuvent se représenter par la formule générale



A la faveur de cette petite quantité d'acide phosphorique, la capacité de saturation de l'acide molybdique a donc singulièrement diminué ; l'acide molybdique semble, ici, jouer le rôle de l'ammoniaque dans les bases de platine.

On voit que de nouveaux faits acquis à la science, depuis la mort de Millon, ont ainsi confirmé sa théorie du polyatomisme : ce que Millon avait dit des bases s'appliquait également aux acides, et pour faire ressortir plus complètement la preuve de cette pensée, nous transcrivons textuellement le passage suivant de son mémoire.

(1) Éthers chloro- et bromo-métalliques du thallium (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LVIII, p. 537).

(2) Éthers bromo-métalliques du bismuth, de l'antimoine et de l'arsenic (*Ib.*, t. LII, p. 396).

(3) Existence du perchlorure de manganèse et congénères (*Ib.*, t. LX, p. 479).

(4) Combinaison des bases avec les corps halogènes (*Ib.*, t. LX, p. 800).

(5) Existence du perchlorure de plomb (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIII, p. 1118).

« Je suis bien convaincu que chaque disposition moléculaire établie pour les bases possède une disposition réciproque parmi les acides, et j'ai déjà eu lieu d'appliquer à ces derniers les mêmes distinctions générales et les mêmes dénominations d'acides mono-atomiques, hydriques et polyatomiques ». (*Annuaire de chimie*, 1847, p. 51.)

§ V. -- Sur la décomposition de l'eau par les métaux en présence des acides et des sels.

(1845.)

Les réactions produites sous l'influence des petites quantités ont conduit Millon à ce résultat, savoir qu'en mettant les métaux dans de l'eau contenant des acides ou des sels, ces métaux peuvent s'attaquer sous l'influence des plus minimes quantités de matière, de telle sorte qu'il suffit, parfois, d'un cent millième de bichlorure de platine pour provoquer une action chimique ou pour la centupler.

Dans d'autres circonstances, ces petites quantités modifient du tout au tout la réaction ou même l'arrêtent, suivant la nature des métaux en présence. Ainsi l'attaque du zinc par l'acide sulfurique étendu est grandement favorisée quand on ajoute une trace des composés suivants : le bichlorure de platine, l'acide arsénieux, le sulfate de cuivre, l'émétique, le sulfate d'argent, les solutions salines de nickel, de cobalt, de cadmium, d'étain, de chrome, de plomb, d'antimoine et de bismuth.

Des faits analogues se produisent avec l'acide chlorhydrique très-étendu, ainsi qu'avec les acides acétique, butyrique, tartrique, citrique et racémique ; avec des dissolutions salines telles que les sulfates de soude, de potasse ou de magnésie, les chlorures de potassium et de sodium, les les-

sives alcalines ; enfin l'eau distillée même est visiblement décomposée par le zinc, aidé par des petites quantités de bichlorure de platine ou de sulfate de cuivre ; cela n'a pas lieu en présence de l'acide arsénieux, l'émétique ou le sulfate d'argent.

Le fer, qui se dissout promptement dans l'acide sulfurique au douzième, s'y conserve au contraire intact quand on ajoute une trace d'acide arsénieux ; l'émétique et le bichlorure de mercure ralentissent cette action ; au contraire, le bichlorure de mercure, le sulfate de cuivre et celui d'argent la favorisent considérablement.

Il en est encore à peu près de même en présence des acides organiques sus-mentionnés ; toutefois, dans l'acide oxalique et les oxalates, le fer se conserve intact quand on a ajouté un peu de bichlorure de platine ou d'acide arsénieux.

Dans l'acide azotique étendu, le fer continue à se dissoudre en présence du bichlorure de platine, seulement les produits changent. En présence de l'acide pur, il se dégage des vapeurs nitreuses ; ajoute-t-on un peu de sel de platine, c'est de l'hydrogène qu'on obtient, et avec lui de l'azotate ferreux et de l'azotate d'ammoniaque.

C'est avec l'acide chlorhydrique que l'étain présente le phénomène des petites quantités le plus net et le plus saillant : en exprimant l'action de cet acide pur par 1, celle du même acide, additionné d'un peu d'émétique ou de bichlorure de platine, pourra s'exprimer par 11 et par 13.

Voulant savoir jusqu'où s'étendrait cette influence des petites quantités, Millon essaye les métaux qui ne décomposent pas l'eau et reconnaît tout d'abord que la grenaille de plomb dégage de l'hydrogène lorsqu'on verse sur elle de l'acide chlorhydrique concentré ; que cet acide, qui est

sans action en présence de l’eau, reprend toute son activité quand on ajoute un peu de bichlorure de platine.

Le bismuth, l’argent et le mercure ne décomposent l’eau dans aucun cas, mais le cuivre à froid et l’antimoine à chaud donnent lieu à un dégagement d’hydrogène, ce qui fournit à l’auteur une occasion pour rappeler ses travaux sur l’acide iodique, travaux qui l’ont mis à même de constater que deux affinités faibles insensibles peuvent déterminer des effets énergiques au moment où elles s’unissent.

Il va sans dire que dans ses recherches, il a été tenu compte de l’influence de la lumière ; toujours le gaz dégagé à l’obscurité était moindre que celui débité par l’appareil convenablement insolé.

Millon n’a pas essayé d’expliquer les phénomènes exposés dans ce mémoire ; on sait aujourd’hui qu’ils sont dus à des courants électriques, engendrés par les deux métaux au moment où ils se superposent. Cette explication, antérieurement donnée par M. Delarive, a été appliquée par M. Barreswil aux phénomènes observés par Millon. (*Voyez Comptes rendus*, t. XXI, p. 292.)

§ VI. — Remarques sur quelques dispositions particulières de l’affinité chimique.

(1846.)

Le fait qui a servi de point de départ aux phénomènes nouveaux, observés dans la réaction de l’acide sulfurique sur l’alcool, est très-simple.

L’auteur avait voulu, il y a quelques années, apporter un soin particulier à la préparation de l’acide sulfovinique ; le mélange d’alcool et d’acide sulfurique bien rectifiés l’un et l’autre, avait été fait dans un creuset de platine entouré de glace et de sel marin. Le mélange acide étant saturé ensuite, il n’obtint pas la moindre trace de sulfovinat.

Plus tard, Millon voulut savoir au juste à quelles conditions tenaient la formation de l'acide sulfovinique ; il découvrit bientôt que la combinaison était sous la dépendance de plusieurs circonstances dont les principales sont :

- 1° La proportion d'alcool et d'acide sulfurique ;
- 2° La chaleur qu'on applique au mélange ;
- 3° L'échauffement des deux liquides au moment où on les verse l'un dans l'autre ;
- 4° Le temps durant lequel l'alcool et l'acide sulfurique restent en contact.

Pour isoler et mettre en évidence ces influences assez délicates, on a d'abord employé un acide sulfurique et un alcool de composition bien définie. L'acide sulfurique était monohydraté SO^3, HO et l'alcool était absolu $\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^2$ ou bien hydraté de manière à renfermer $\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^3, \text{HO}$. Cette différence dans l'état de l'alcool ne change rien à la marche de la réaction. Afin d'apprécier la quantité d'acide sulfovinique qui s'est produite, on mélange à de l'eau distillée la même quantité d'acide sulfurique qu'on a, d'autre part, versée dans l'alcool ; on ajoute assez d'eau pour obtenir avec de l'acide sulfurique ainsi dilué le même volume qu'avec l'alcool sulfurique ; on aspire ensuite avec une pipette graduée une quantité égale de chaque liqueur acide. On sature l'un après l'autre, avec une solution alcaline introduite dans une burette graduée et l'on note les degrés employés.

La différence des deux titres permet d'établir la proportion d'acide sulfurique combiné. L'acide sulfurique, en effet, sature moitié moins de base en devenant acide sulfovinique, et, en partant de cette donnée, le calcul devient très-simple.

Lorsqu'on mêle des équivalents égaux d'alcool anhydre, ou hydraté, et d'acide sulfurique, on observe les résultats suivants : si l'alcool est fortement refroidi et qu'on y verse

l’acide peu à peu, en évitant toute élévation de température, il ne se fait aucune combinaison.

L’acide sulfurique conserve du moins toute sa capacité de saturation, et si l’on a soin de le tenir constamment refroidi par de la glace fondante, le titre acide reste le même plusieurs jours de suite, mais il suffit d’une température de 10 à 16 degrés pour que le titre acide diminue de plus en plus jusqu’à ce qu’on arrive après trois ou quatre jours à constater une formation de 77 pour 100 d’acide sulfovinique. On en obtient ainsi les trois quarts, environ, de ce que l’acide sulfurique pourrait en produire ; mais cette proportion ne peut plus être dépassée. Elle reste la même après plusieurs mois, et c’est inutilement qu’on élève la température du mélange. Il ne se fait jamais, entre équivalents égaux d’alcool et d’acide sulfurique, plus de 77 pour 100 d’acide sulfovinique. C’est, comme on le verra, la proportion la plus forte qui s’obtienne. Cette formation de 77 pour 100 qui exige plusieurs jours par une température de 10 à 15 degrés se produit en quelques heures de 30 à 33 degrés ; elle se fait en quelques minutes si l’on plonge le mélange dans un bain-marie d’eau bouillante ; et chose remarquable, la combinaison est instantanée si l’on verse tout d’un coup l’alcool dans l’acide sulfurique, de manière à produire un grand échauffement.

De sorte, qu’en réalité, on reconnaît que, dans cette formation de l’acide sulfovinique, il y a trois sources d’action chimique qui sont équivalentes, à savoir : le temps, la température appliquée et l’échauffement naturel du mélange. On a tenté plusieurs fois de substituer l’action de la lumière ; mais l’application des rayons solaires les plus intenses n’a jamais accéléré la formation de l’acide sulfovinique.

Le mélange de deux équivalents d’alcool avec un équi-

lent d'acide sulfurique se comporte exactement de même que le mélange précédent. Il est seulement plus facile d'y éviter la formation de l'acide sulfovinique. L'influence du temps et de la chaleur se fait sentir de la même façon. L'acide sulfurique produit un peu moins d'acide sulfovinique de 73 à 74 pour 100 ; l'indifférence de la lumière est la même.

Mais emploie-t-on deux équivalents d'acide sulfurique pour un équivalent d'alcool, les choses se passent autrement ; il se fait toujours de l'acide sulfovinique, et bien plus, qu'on verse l'acide dans l'alcool, ou bien inversement, qu'on opère ou non dans des vases métalliques, et que ceux-ci soient ou ne soient pas refroidis, la proportion d'acide sulfovinique est toujours la même, mais, tout l'alcool et tout l'acide sulfurique ne se combinent point, la réaction ne porte guère que sur la moitié du mélange, et l'on ne trouve que 54 pour 100 de l'acide sulfovinique qui aurait pu se produire. Cette proportion ne change plus, si prolongé que soit le contact, et même par l'application d'une température de 100 degrés soutenue durant plusieurs heures, la capacité de saturation du mélange acide est restée la même. En chauffant ainsi à 100 degrés le volume ne diminue pas sensiblement : il faut, par conséquent, que l'alcool qui ne se change point en acide sulfovinique soit néanmoins retenu par une affinité particulière.

Cette formation lente de l'acide sulfovinique représente assez bien la continuité d'action, dans des circonstances où nous sommes habitués, depuis les derniers progrès de la chimie, à voir une action immédiate et instantanée. Il est probable que cette combinaison lente de deux liquides qui se sont mélangés ne demeurera pas un fait isolé. On reconnaîtra que des liquides miscibles l'un à l'autre ne réagissent qu'avec le temps ; qu'il en est de même d'une substance

solide dissoute ou d'un gaz absorbé. L'auteur avait déjà reconnu que l'acide hydrochlorique gazeux et l'acide sulfurique se combinaient de cette façon avec l'acide prussique. Ce sont des faits maintenant publiés avec tous les détails nécessaires; ils se sont produits incidemment dans l'étude que Millon faisait des altérations si curieuses de l'acide prussique.

§ VII. — Etudes de chimie organique faites en vue des applications physiologiques et médicales. — Faits relatifs à la nutrition.

(1849.)

Dans une communication à l'Académie des sciences (1), MM. Regnault et Reiset ont fait connaître comment Millon avait conçu, avec eux, un système d'expériences propres à introduire des solutions plus exactes dans l'étude chimique de la respiration, de la nutrition et de la chaleur animales.

Le travail avait été partagé: MM. Regnault et Reiset devaient s'occuper du phénomène de la respiration et ils ont publié leurs résultats; Millon s'était chargé spécialement d'étudier la nutrition des animaux.

Poursuivant avec ardeur cette série de recherches, où devaient être analysés les liquides et les solides que l'économie animale absorbe ou élimine, Millon a tout d'abord modifié d'une manière très-heureuse la méthode analytique, alors généralement en usage.

L'analyse organique élémentaire présente, en effet, des obstacles très-sérieux lorsqu'elle s'applique aux matières molles ou liquides qui composent les aliments et les produits de sécrétion. D'abord leur dessiccation, qu'on croit nécessaire d'exécuter avant la combustion, n'est pas toujours prati-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXVI, p. 4 et 17.

cable : dans la plupart des cas, elle est d'une lenteur et d'une délicatesse extrêmes ; enfin, l'évaporation, faite même au bain-marie, peut produire une perte de matière dont on ne tenait aucun compte. Il y a telle urine dont l'évaporation pratiquée avec le plus grand soin dissipe la moitié de l'azote combiné.

Millon a tenté l'*analyse directe* des matières organiques, molles ou liquides, sans évaporation, ni dessiccation préalables. Sans doute l'analyse organique a été admirablement perfectionnée dans ces dernières années, mais ce haut degré de perfection ne s'obtient qu'en raison des conditions précises et circonscrites dans lesquelles on opère. Mélanger à l'oxyde de cuivre 5, 10, 15 et même 20 grammes de liquide au lieu de quelques décigrammes de matière sèche, déterminer la dimension et la substance du tube qui convient à ce mélange, condenser exactement une quantité d'eau proportionnelle à cette énorme quantité de liquide introduit, c'était attaquer toute l'économie de l'analyse organique.

Sans décrire minutieusement les essais auxquels il s'est livré, Millon indique, dans son travail, les dispositions auxquelles il s'arrête pour la construction de la grille, la préparation de l'oxyde de cuivre, pour le choix des tubes à combustion, le mélange de l'oxyde à la substance et enfin l'agencement des diverses pièces de chaque partie de l'appareil. Toutes les substances végétales et animales auxquelles cette méthode a été appliquée ont fourni, quelque fût leur degré de consistance ou de dilution, une détermination de carbone, d'hydrogène et d'azote plus rapide et plus facile.

La connaissance de la composition élémentaire du sang, du chyle, de l'urine, de la bile, de tous les tissus animaux et de toutes les parties des plantes, par des moyens d'ana-

lyse exacts et simplifiés, offrira certainement des ressources particulières aux études physiologiques. Occupé avant tout de trouver la méthode et d'en assurer les principes d'exécution, Millon n'en a approfondi aucune application à tel ou tel problème de la vie. Cependant, la seule analyse du sang, du chyle, de l'urine et de quelques substances alimentaires, qu'il a dû exécuter, dans des conditions déterminées, indiquera le parti qu'on peut tirer de cette méthode.

Dans ce mémoire, Millon se borne à noter quelques faits relatifs à la nutrition; il pensait entrer, aussi facilement que les observateurs qui l'ont précédé, dans la connaissance des variations qui affectent l'un ou l'autre des éléments organiques de l'économie, l'azote, par exemple; mais, tout en suivant la marche habituelle, il a multiplié, autant que possible, les analyses qui servent d'épreuves et de contre-épreuves, il a choisi le lapin comme sujet d'expérience, à cause de son régime assez varié et surtout à cause de ses dimensions qui permettaient de l'introduire dans l'appareil respiratoire construit par MM. Regnault et Reiset.

Dans une première période de dix jours, le lapin fut nourri exclusivement avec du chou. L'analyse répétée sur les parties vertes et sur les parties blanches de la feuille du chou a donné les résultats suivants :

Chou pommé très-volumineux.

	Pour 1000 grammes.	
	gr.	
Partie verte non desséchée.....	5,5	d'azote.
— blanche.....	6,2	—
— mélangée de vert et de blanc.....	5,6	—
— verte (chou très-jeune).....	4,2	—

Le dosage de l'azote, rapporté à la feuille desséchée

augmentait encore les divergences dans la proportion de cet élément.

Il était difficile d'établir sur de pareils nombres une moyenne d'azote consommé. Néanmoins comme cette expérience avait été commencée avec le désir d'arriver à des résultats plus positifs, Millon l'avait rendue complète par le pesage exact du chou administré chaque jour, ainsi que par l'analyse des excréments et des urines.

Les urines recueillies à deux reprises et représentant chacune une période de deux jours, ont fourni :

1^{re} période. — Pour 1000 grammes d'urine.. 6^{gr},0 d'azote.

2^e période. — Pour 1000 grammes d'urine.. 4^{gr},9 d'azote.

Ces deux nombres sont encore assez différents pour qu'il soit impossible de représenter par l'un ou par l'autre l'azote de la sécrétion urinaire. Était-il plus exact de prendre la moyenne des deux? L'auteur l'ignore.

Quant à l'azote des excréments, il a été identique dans deux analyses faites à deux jours de distance (14^{gr},3 d'azote pour 1000 grammes de matière non desséchée), et Millon déclare tout de suite que la proportion d'azote varie peu dans les excréments non desséchés du même lapin, malgré leur degré de consistance et malgré des alimentations diverses, il y a même peu de différence d'un lapin à l'autre. Comme le lapin mis en expérience se dégoûtait visiblement du chou, on lui donna, durant quelques jours, du pain et des carottes qu'il mangea très-avidement, puis il ne fut plus nourri pendant treize jours qu'avec des carottes. Les carottes furent analysées, mais ici les variations sont bien plus fortes et les différentes parties d'une même racine contiennent des proportions d'azote fort inégales, on en peut juger par quelques nombres :

	Pour 1000 grammes.	
	gr.	d'azote.
Partie corticale.....	1,60	—
— centrale.....	0,96	—
Pointe de la carotte.....	0,92	—
Autre partie corticale.....	0,50	—
Autre partie corticale.....	0,41	—
Carotte nouvelle entière.....	1,99	—

Passant à l'analyse des urines, Millon trouva pour trois périodes de deux jours chacune :

1 ^{re} période. — Pour 1000 grammes d'urine..	1 ^{er} ,70	d'azote.
2 ^e période. — Pour 1000 grammes d'urine..	1 ^{er} ,60	—
3 ^e période. — Pour 1000 grammes d'urine..	0 ^{er} ,80	—

Millon n'était pas plus heureux dans cette deuxième expérience de nutrition que dans la première; cependant, comme il pouvait attribuer les variations énormes de la sécrétion urinaire à la mauvaise influence d'un aliment unique, il soumit le même lapin à un régime mixte de chou, de carottes et de pain. Le mélange de ces trois substances lui convenait beaucoup. Il redevint très-vif, très-gai, gagna 100 grammes de poids en neuf jours, et continua de recevoir ces trois aliments, mais en quantité un peu moindre et de manière à n'augmenter que de 20 grammes durant l'espace des huit jours suivants. C'est dans cette dernière huitaine que l'urine fut analysée, sur trois périodes de deux jours chacune :

1 ^{re} période. — Pour 1000 grammes d'urine..	2 ^{er} ,60	—
2 ^e période. — Pour 1000 grammes d'urine..	5 ^{er} ,24	—
3 ^e période. — Pour 1000 grammes d'urine..	3 ^{er} ,04	—

Cette dernière expérience démontra enfin ce que l'on devait penser de la fixité des sécrétions dans les conditions les plus propres à les régulariser.

Sans doute il eût été plus simple d'admettre, dans les

expériences précédentes, qu'à la suite d'un régime uniforme assez prolongé, toutes les fonctions animales sont maintenues dans un état d'équilibre parfait et de se borner à une seule analyse de la carotte ou du chou, puis à celle des excréments et de l'urine représentant une période de deux, trois ou quatre jours; mais on vient de voir ce que vaut cette apparente simplicité.

Il n'y a aucune raison physiologique pour croire qu'après un mois, ou plus ou moins, d'une alimentation qui reste la même, les organes vivants vont, au gré de l'observateur, s'ouvrir comme un registre, régler l'azote de sortie sur l'azote d'entrée, et faire correspondre l'élimination de chaque jour ou de telle période de jours plus ou moins longue avec l'ingestion alimentaire du même laps de temps; c'est là, jusqu'à démonstration, une hypothèse gratuite et dont la preuve n'est pas facile.

Millon ajoute, pour terminer ces remarques, que l'évaporation de l'urine de lapin faite au bain-marie, jusqu'à consistance sirupeuse, ou simplement jusqu'à réduction de son volume à la moitié ou au tiers, laisse échapper 25, 30 et même 50 pour 100 de l'azote qu'elle renferme, alors même qu'on ne concentre que quelques grammes de ce liquide. L'urine de lapin acidulée et l'urine d'homme normalement acide, subissent également des pertes notables d'azote par l'évaporation au bain-marie.

Dans toutes les expériences de statique physiologique, l'urine a été préalablement évaporée.

Millon signale les causes d'erreurs qui ont pu se présenter dans les travaux estimables qu'on possède déjà sur la matière; ces difficultés sont très-réelles; elles forcent de compter davantage avec la mobilité des actes de la vie; elles appellent surtout une description minutieuse des moyens mis en usage aussi bien qu'une étude et une discus-

sion sévère du degré de confiance que permet chaque méthode.

A l'occasion de cette communication, M. Payen a déclaré qu'il avait pris dans l'analyse des matières azotées les précautions que Millon a indiquées comme nouvelles; et que M. Boussingault en avait fait autant. D'autre part, M. Payen a signalé plusieurs travaux qui établiraient, en sa faveur, une priorité très-ancienne puisqu'elle remonterait à 1841.

Millon a rappelé qu'il ne s'agit pas simplement, dans ses recherches, du dosage de l'azote; qu'il y a joint le dosage du carbone et de l'hydrogène, et qu'il a tâché de créer une méthode complète pour l'analyse directe de tous les éléments d'une substance organique quelle qu'elle fût, et sans la faire passer jamais par une préparation capable d'en altérer la composition. Il faut bien rappeler cette direction générale du travail de Millon, qui en marque la véritable portée et le caractère original.

En résumé, les procédés analytiques décrits par Millon ont une importance réelle puisqu'ils permettent de déterminer avec exactitude le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène des substances organiques, sans qu'on soit obligé de dessécher ces substances.

§ VIII. — Direction particulière des effets de l'affinité.

(1862.)

Après quelques considérations générales sur la nécessité de rechercher, désormais, les effets dynamiques de l'affinité, Millon étudie d'abord l'action que le chlore exerce sur une dissolution aqueuse de tartrate double de cuivre et de potasse; le produit le plus immédiat est une combinaison à base de protoxyde de cuivre qu'il obtient à volonté en remplaçant le chlore par un hypochlorite.

« La meilleure marche à suivre, pour obtenir cette substance, consiste à introduire la liqueur de Frommherz, dans un vase à précipité, et l'on y verse ensuite le cinquième environ de son volume d'une solution concentrée de chlorure de soude ; on attend l'apparition d'un corps jaune et dès qu'il se montre, on agite le mélange avec une baguette de verre ; on jette le tout sur un filtre, à travers lequel passe une liqueur bleue ; dans celle-ci on verse une autre fois du chlorure d'oxyde et il se forme une nouvelle quantité du corps jaune. On répète cette manœuvre une troisième et une quatrième fois, tant qu'il se forme un dépôt jaune.

Aussitôt que le corps jaune a été séparé par le filtre du liquide dans lequel il nageait, on doit le détacher par un mince filet d'eau, le recueillir sur un filtre plus petit et le laver à l'eau froide.

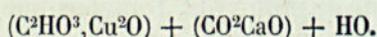
Si l'on s'écartait des précautions précédentes, le corps jaune ne se produirait plus à l'état de pureté, ou même ne se produirait plus du tout. On déterminerait alors des phénomènes prévus, habituels aux chlorures d'oxyde réagissant, soit sur des matières organiques, soit sur des sels de cuivre. C'est ainsi qu'en employant une trop forte proportion de chlorure d'oxyde le corps jaune est mélangé à une masse de produit, d'un blanc bleuâtre, consistant surtout en oxalate de bioxyde de cuivre ; avec une quantité de chlorure d'oxyde encore plus grande, tous les précipités précédents disparaissent pour donner lieu, au bout de quelque temps, à une formation de bioxyde de cuivre noir et anhydre.

Lorsque les conditions de l'expérience ont été calculées de manière à produire le corps jaune, celui-ci se présente sous la forme d'une poudre légère d'un jaune assez vif, et qui, par la dessiccation à l'air libre et sur l'acide sulfurique, pâlit un peu mais ne s'altère pas. Vue au microscope, à un grossissement de 250 diamètres, cette poudre est amorphe,

homogène, entièrement fine et les granules qui la composent sont agités par un mouvement brownien.

Ce corps jaune conserve un poids invariable, au-dessus de l'acide sulfurique ; chauffé à + 100 degrés, il perd 4,69 pour 100 de son poids en eau ; au-dessous de cette température, il fournit des indices de décomposition. Il absorbe l'oxygène de l'air en même temps qu'il dégage de l'eau et de l'acide carbonique. Chauffé par une lampe d'alcool, il donne une poudre noirâtre dans laquelle on constate la présence du bioxyde de cuivre et de la chaux en grande quantité ; on y reconnaît aussi toujours l'existence de la soude, du fer, de l'alumine et de la silice, mais en proportion minime.

La seule formule qui puisse s'accorder avec l'expérience, le représente comme une combinaison de 1 équivalent de formiate de protoxyde de cuivre avec 1 équivalent de carbonate de chaux.



La soude, l'oxyde de fer, l'alumine et la silice forment ensemble 3,5 pour 100 du poids du corps jaune, et Millon est disposé à croire que la soude et l'oxyde de fer sont ici complémentaires de la chaux, dont la quantité réelle a toujours été de 1,5 à 2 pour 100 au-dessous du chiffre théorique, tandis que les autres éléments dosés, cuivre, carbone et hydrogène, s'accordent convenablement avec le calcul.

Pour expliquer la présence de la chaux, de l'alumine, de l'oxyde de fer et de la silice, dans les composés précédents, Millon rappelle que la liqueur de Frommherz était faite avec de la potasse à la chaux et du sulfate de cuivre du commerce ; quant à la soude, elle provenait du chlorure d'oxyde, obtenue par double décomposition.

En employant des réactifs purs, le précipité change de

nature; il ne renferme plus que du protoxyde de cuivre; en se servant de chlorure de chaux au lieu de chlorure de soude, la proportion de chaux n'augmente pas pour cela dans le corps jaune. Ce sont autant de singularités qui, en confirmant l'existence individuelle de ce composé, donnent à réfléchir sur certaines conditions d'impuretés nécessaires à la formation des corps.

La quantité de corps jaune qu'on obtient représente environ 20 pour 100 du métal contenu dans le sulfate de cuivre employé.

Les dépôts secondaires qui se forment sont un peu moins abondants : leur couleur varie depuis le rouge-brique jusqu'au violet. Ils consistent en protoxyde de cuivre hydraté, entraînant un peu de corps jaune, de l'oxalate de bioxyde de cuivre et de l'oxalate de chaux.

En chauffant les liqueurs où se sont produits les précipités précédents, on y fait apparaître par l'ébullition une nouvelle quantité de protoxyde. Toutefois une grande partie du cuivre reste en dissolution.

Dans une expérience où le chlore gazeux avait agi sur la liqueur de Frommherz, le liquide surnageant le corps jauné fut réduit par l'évaporation et laissa déposer au bout de quelques jours de belles aiguilles bleues qui consistaient en un oxalate de bioxyde de cuivre et de potasse à équivalents égaux.

Lorsque le liquide surnageant les précipités jaune et rouge provient d'un mélange de chlorure de soude et de liqueur de Frommherz, si l'on évapore ce liquide et qu'on l'abandonne au repos il se fait un dépôt abondant d'un blanc bleuâtre entraînant presque tout le cuivre à l'état d'oxalate. On y retrouve un peu de carbonate et d'oxalate de chaux et, quand la liqueur a été très-concentrée, de l'oxalate de soude.

En résumé, les acides formique, oxalique et carbonique sont les produits d'oxydation de l'acide tartrique, se formant en même temps que se forme le protoxyde de cuivre libre ou combiné.

Par la substitution de différentes matières organiques à l'acide tartrique, Millon a obtenu des effets analogues; ainsi les acides citrique et benzoïque, le sucre de canne et la glycérine réduisent le bioxyde de cuivre, mais la réaction ne suit pas toujours la même marche.

Les précipités de protoxyde de cuivre varient beaucoup d'aspect et de composition, dans les différentes circonstances qui viennent d'être indiquées.

Le fait constant, le point essentiel, c'est la formation du protoxyde de cuivre, aux dépens du bioxyde, par l'action combinée du chlore, de l'eau, de la potasse et d'une matière organique. Le chlore occasionne dans ce mélange de principes comburants et combustibles, un phénomène de réduction très-manifeste; il rompt l'équilibre des molécules, dans le groupement organique qu'il rencontre, et parmi des corps brûlés tels que les acides carbonique, oxalique et formique, il donne sans doute naissance à quelque agent réducteur énergique qui reste latent, mais dont le sel de cuivre subit l'influence et traduit l'effet. Ce qui frappe le plus dans cette circonstance c'est que la conversion du bioxyde de cuivre en protoxyde est un résultat aussi apparent que nouveau.

Sans doute, il n'est pas rare de voir naître, en même temps, aux dépens d'une matière organique, des corps très-oxydés et des corps très-avides d'oxygène; la formation des produits pyrogénés par la distillation sèche en offre de remarquables exemples. Mais il semble que l'esprit était peu préparé à un effet de ce genre, dans la rencontre du chlore et d'un bisel de cuivre en présence de l'eau, d'un alcali et

d'une matière organique. En substituant l'action de l'oxygène libre à celle du chlore, ne pourra-t-il pas se faire qu'une oxydation très-limitée cause un ébranlement considérable sur un ou plusieurs groupements organiques et les détruise, en disparaissant derrière des effets de réduction?

La réaction initiale qui oxyde sera latente, elle échappera, tandis que la réaction secondaire qui réduit laissera des traces plus visibles. N'est-ce pas ainsi qu'il serait permis de concilier au sein de nos organes, et surtout dans ceux de la plante, l'absorption et la présence de l'oxygène avec l'apparition de principes organiques dans lesquels s'accumulent le carbone et l'hydrogène ?

§ IX. — De l'oxydation des substances organiques par l'acide iodique et de l'influence des petites quantités sur les réactions chimiques; observations inédites.

(1849-1855.)

Dans ce mémoire, Millon étudie l'action oxygénante que l'acide iodique exerce sur les matières organiques. Comme cette oxydation est souvent dérangée, sinon même paralysée, par la présence d'une petite quantité d'acide prussique, l'auteur a pris occasion de ces phénomènes pour caractériser l'influence que peuvent exercer les petites quantités sur une réaction. Il arrive ainsi à rattacher l'action des petites quantités aux phénomènes chimiques les plus réguliers, et formule ces résultats par un mot qui est resté : « Il y a des circonstance, dans lesquelles la masse infiniment grande subit la loi de quantités infiniment petites. »

Ce travail est une des premières productions de Millon ; on remarquera qu'il a été fait à une époque où la science n'avait pas encore songé à faire aux « infiniment petits » la part qui leur revient dans les phénomènes naturels.

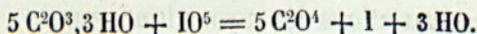
On remarquera aussi qu'on y accorde aux effets chimiques des rayons solaires une attention toute particulière et que l'auteur y indique un procédé permettant de mesurer ces effets, autre nouveauté qui donne à ce mémoire une véritable actualité. Dans ces derniers temps, il a été, en effet, exécuté dans différents pays d'importantes recherches sur ce point; on les trouvera résumées dans le *Journal de pharmacie*, 4^e série, t. I, p. 399, et t. II, p. 67.

Ce mémoire comprend :

- 1° L'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique;
- 2° Les caractères généraux de la combustion des principes organiques par le même acide;
- 3° La discussion des phénomènes chimiques qui ont pour point de départ de petites quantités de matières et qui influencent néanmoins des masses considérables.

1° *Oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique.*
— Les deux acides doivent être dissous dans l'eau; la quantité du dissolvant ne fait pas varier l'action d'une manière sensible, pourvu que la dissolution soit complète de part et d'autre. Une expérience fut faite comparativement sur deux mélanges contenant chacun 1 gramme d'acide oxalique et 8 grammes d'acide iodique, en employant, d'un côté, 10 grammes, et de l'autre 100 grammes d'eau; l'action fut exactement la même, et durant vingt-quatre heures, les deux opérations marchèrent d'une manière parallèle.

Pour faire comprendre comment deux opérations peuvent ainsi être suivies et comparées d'une manière régulière, il faut dire que le produit constant et unique de la combustion de l'acide oxalique, par l'acide iodique, consiste en acide carbonique et en iode, comme l'indique l'équation suivante :



L'iode se dépose dans la dissolution qu'il commence par colorer et dans laquelle il maintient constamment la teinte qu'il communique à l'eau. L'acide carbonique se dégage et peut très-bien se recueillir et se mesurer à l'aide d'éprouvettes graduées, disposées dans un appareil semblable à celui qu'employa Lavoisier quand il analysa l'air par le mercure.

La combustion de 1 gramme d'acide oxalique par 2 grammes d'acide iodique exige de quatre à cinq jours pour être complète ; mais comme cette petite quantité fournit un volume très-considérable d'acide carbonique, l'action peut-être suivie et appréciée d'heure en heure par la quantité de gaz qui se produit.

La proportion relative d'acide iodique n'exerce pas d'influence notable, pourvu que sa quantité suffise à la combustion complète de l'acide oxalique, mais il n'en est pas de même des influences de chaleur, de lumière et de contact.

Lorsqu'on agit par une température de + 18 à + 22 degrés, l'iode réduit n'apparaît qu'au bout de trois ou quatre heures, et la combustion de 1 gramme d'acide oxalique exige quatre ou cinq jours pour être complète. Mais si l'on apporte quelque variation dans la température, aussitôt l'oxydation de l'acide oxalique en reçoit une modification profonde. Ainsi à + 10 degrés il ne s'était encore produit aucune action sensible après vingt-quatre heures de contact, tandis qu'à + 60 degrés, l'oxydation est si rapide qu'elle fait disparaître en quelques minutes 1 gramme d'acide oxalique.

Quant à l'action de la lumière, elle se fait sentir si vivement que le mélange d'acide oxalique et d'acide iodique fournit une sorte de photomètre qui se met en rapport avec les moindres variations des rayons lumineux.

Comme la rapidité ou le ralentissement de la réaction se traduit par un volume d'acide carbonique qui se trouve toujours mesuré dans l'appareil indiqué plus haut, on peut, en employant deux appareils jumeaux, noter facilement la part qu'il faut faire à la lumière.

Ainsi en maintenant deux appareils à des températures égales et en les disposant de manière que l'un reçoit l'action directe du soleil, tandis que l'autre en est abrité par du papier noir et des enveloppes métalliques, on voit le premier se colorer par l'iode en quelques minutes, se dégager bientôt de l'acide carbonique, et après trois heures en fournir jusqu'à 40 centimètres cubes, tandis que du côté opposé l'iode apparaît à peine et ne s'accompagne d'aucun dégagement gazeux. Dans une autre expérience, deux appareils semblables, réglés depuis plusieurs heures, à la lumière diffuse, par une température de + 19 degrés, ont été séparés : l'un a été exposé aux rayons solaires, l'autre a été maintenu à la lumière diffuse; la température fut maintenue au même degré des deux côtés. L'appareil exposé au soleil produisit 72 centimètres cubes d'acide carbonique, tandis que l'autre n'en produisit que 6. Cette expérience avait été faite de neuf à onze heures; la même expérience faite de onze à une heure donna une différence plus grande encore; d'un côté la quantité de gaz fut égale à 73 centimètres cubes, tandis qu'à la lumière diffuse elle ne fut que de 4 centimètres cubes.

A la température de + 10 degrés, la lumière solaire suffit pour donner à la réaction une énergie égale à celle qu'on n'obtient à la lumière diffuse qu'avec une température de + 25 degrés. Il semble ainsi facile de réaliser des conditions dans lesquelles l'oxydation de l'acide oxalique serait assez indépendante de la température et devrait être rapportée surtout à la lumière.

Une étude plus suivie des rapports de la lumière avec la réaction ne pouvait se faire sans entrer dans un ordre de connaissances spéciales qui s'éloignent de la chimie proprement dite. Millon s'est contenté d'indiquer les phénomènes principaux, afin qu'ils puissent, au besoin, prêter leur secours aux recherches photométriques. On comprend l'intérêt que présente, sous ce point de vue, une réaction chimique qui traduit sa relation avec la lumière par un dégagement gazeux. A l'aide de l'appareil indiqué, le gaz se trouve mesuré en même temps qu'il se produit. Comme la coloration que l'iode communique au mélange des deux acides impressionnés par la lumière pouvait soulever quelques difficultés, Millon a cherché si d'autres réactions chimiques ne pourraient pas présenter, comme l'oxydation de l'acide oxalique, l'avantage de fournir sous l'influence des rayons lumineux des gaz mesurables. Après quelques essais, il a trouvé que l'eau oxygénée pouvait satisfaire à ces indications.

Il suffit, pour la rendre propre à cet usage, de dissoudre du bioxyde de barium dans l'acide chlorhydrique très-dilué, jusqu'à ce que celui-ci renferme trois ou quatre volumes d'oxygène. Il est inutile de séparer le chlorure de barium qui se forme en même temps dans la liqueur. L'eau oxygénée, ainsi obtenue, ne dégage pas une seule bulle de gaz, si le tube qui la contient est recouvert d'une enveloppe noire; tandis qu'un même tube, exposé à la lumière diffuse, donne naissance à un dégagement rapide d'oxygène que la lumière solaire directe accélère encore beaucoup.

L'action de la mousse de platine sur la dissolution d'acide iodique et d'acide oxalique continue, dans un autre sens, les analogies qui viennent de s'offrir avec l'eau oxygénée. A une température où les deux acides n'agissent pas l'un sur l'autre, la mousse de platine provoque un dé-

gagement presque immédiat d'acide carbonique. Lorsque deux mélanges sont disposés simultanément et arrivent à dégager l'un et l'autre la même quantité de gaz dans un même temps, si l'on ajoute d'un côté de la mousse de platine, la production d'acide carbonique y devient vingt-cinq à trente fois plus forte. Il se fait d'une part de 2 à 3 centimètres cubes de gaz, tandis que de l'autre il s'en développe de 60 à 90. La mousse de platine rend l'action initiale de cinquante à soixante fois plus rapide.

L'auteur a cherché quelle pouvait être l'influence des surfaces dans cette action manifestement catalytique, et a remplacé la mousse de platine par des feuilles de ce métal; il a introduit jusqu'à deux et trois feuilles très-minces, offrant chacune 84 centimètres carrés de surface; mais le dégagement d'acide carbonique ne fut pas sensiblement accru. Les feuilles se recouvrent d'une grande quantité de bulles qui s'étalent à leur surface; mais l'acide carbonique ne se dégage pas en plus grande abondance. La quantité de mousse de platine employée exerce une influence sensible sur la quantité de gaz, mais celle-ci n'est pourtant pas proportionnelle au poids. En employant d'une part 5 grammes et de l'autre 10 grammes de mousse de platine, l'action a dû se représenter par trois d'un côté et par quatre de l'autre.

Le charbon de bois exerce une accélération très-sensible sur l'oxydation de l'acide oxalique. Cette accélération est très-vive au début; mais elle se ralentit bientôt et augmente seulement du double la quantité d'acide carbonique qui se produit sous l'influence de son contact.

Le phénomène catalytique qui se produit ici sous l'influence de la mousse de platine offre un intérêt extrême, en ce qu'il s'accomplit au sein de l'eau. L'étude spéciale faite par Millon et M. Reiset des actions de cette nature, les

portait à croire que la mousse de platine était surtout un corps de contact pour les opérations de la voie sèche. L'eau oxygénée offrait bien un cas particulier; mais on pouvait considérer jusqu'ici sa décomposition par la mousse de platine comme un fait exceptionnel. Lorsque la combustion de l'acide oxalique dissous par l'acide iodique en dissolution est provoquée ou accélérée à l'aide de la mousse de platine, on comprend quelle nouvelle extension peuvent encore recevoir les phénomènes chimiques dus au contact.

Il reste à parler d'une influence toute particulière exercée par l'acide prussique sur l'oxydation de l'acide oxalique. Il suffit de quelques millièmes d'acide prussique pour arrêter complètement la combustion de l'acide oxalique par l'acide iodique. On chauffe vainement le mélange des deux acides de + 60 à 80 degrés, température à laquelle l'acide carbonique se dégage du mélange avec une véritable effervescence; l'acide prussique enraye l'action. 20 grammes d'acide iodique dissous dans une petite quantité d'eau et 40 grammes d'acide oxalique ont été mélangés dans un petit ballon avec 50 grammes d'eau; il a suffi d'y ajouter 40 gouttes d'acide prussique, contenant au plus 15 pour 100 d'acide anhydre, pour arrêter entièrement la réaction pendant quinze jours. Au bout de ce temps, néanmoins, l'influence de l'acide prussique fut épuisée, et l'iode apparut.

Cette influence de l'acide prussique se manifeste dans le plus grand nombre des combustions organiques effectuées par l'acide iodique; elle montre avec quelle puissance peuvent intervenir, dans les réactions chimiques, des substances indifférentes en apparence par leur nature et leur proportion, Millon a dû s'attacher à analyser une action aussi étrange afin de la rapporter, comme il s'était déjà efforcé de le faire dans plusieurs cas analogues, aux effets ordi-

naires de l'affinité. Voici ce que l'analyse du phénomène a permis de reconnaître.

L'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique se compose de deux actions bien distinctes : 1° l'oxydation par l'acide iodique seul, c'est l'action initiale; 2° l'oxydation par l'acide iodique, avec le concours de l'iode. La première de ces actions est infiniment petite, et se produit même en présence de l'acide prussique; la seconde est, au contraire, très-active, mais elle ne peut se développer au contact de l'acide prussique et cela se conçoit; ce dernier fait disparaître, en effet, l'iode qui tend à se produire à la suite de la première action; il se forme du cyanure d'iode et de l'acide hydriodique, et Millon a pu constater, non sans quelque surprise, que l'acide iodique ne se décomposait plus en présence de l'acide iodhydrique et du cyanure d'iode.

Il est facile de prévoir que l'acide carbonique se produirait plus abondamment aux dépens de l'acide oxalique lorsqu'on commencerait la réduction de l'acide iodique en précipitant un peu d'iode par quelques gouttes d'acide iodhydrique. C'est, en effet, ce que l'expérience a réalisé.

Dans deux expériences comparatives, cette précipitation de l'iode au sein du mélange a donné, dans les huit premières heures de la combustion, deux fois et demie plus de gaz.

2° *Caractères généraux de la combustion des principes organiques par l'acide iodique.* — L'oxydation des substances organiques par l'acide iodique ne peut être tentée avec succès qu'autant qu'elles sont solubles dans l'eau. Ainsi, il faut éliminer les corps gras, les résines et les essences.

Les substances se partagent en trois classes bien distinctes :

I. Celles qui s'oxydent à la manière de l'acide oxalique, c'est-à-dire avec lenteur, et dans la combustion desquelles on reconnaît l'influence bien tranchée de l'acide iodique, agissant seul ou bien de l'acide iodique agissant avec le concours de l'iode. Dans cette classe se rangent, à côté de l'acide oxalique, les acides formique, citrique, tartrique, méconique, lactique et mucique; là se retrouvent l'amidon, la dextrine, le sucre de canne, le sucre de raisin, le sucre de lait, la salicine, la gomme; là se placent encore l'huile essentielle de pomme de terre et l'hydrure de benzoïle. Ce dernier composé se transforme en acide benzoïque. La combustion de la substance organique reçoit de l'acide prussique la même influence que la combustion de l'acide oxalique. Il suffit d'une très-petite quantité d'acide pour suspendre l'oxydation même à une température de + 100 degrés, maintenue durant plusieurs heures.

L'oxydation des substances organiques qui appartiennent à cette classe est sensiblement influencée par la présence du platine, ou bien par l'intervention de la lumière. Si l'on excepte l'huile de pomme de terre et l'hydrure de benzoïle, il se produit, dans toutes ces combustions, de l'acide carbonique et le plus souvent la combustion est complète. Ainsi le sucre de canne est si bien brûlé à 100 degrés que l'acide carbonique que l'on recueille représente rigoureusement le carbone du sucre; cette expérience fournit avec un peu de soin toute la précision d'une analyse organique. Avec la salicine, le sucre de lait, les acides tartrique et citrique, la combustion ne paraît pas se faire d'une manière aussi profonde, à moins qu'on n'emploie un grand excès d'acide iodique en solution très-concentrée.

Il faut ajouter encore que dans cette première classe, la combustion ne s'effectue jamais qu'avec une extrême lenteur, même avec une température de + 100 degrés qui n'a

jamais été dépassée dans toutes ces expériences. Citons ici quelques exemples : il ne faut pas moins de vingt-quatre à vingt-cinq heures d'une action non-interrompue et maintenue à + 100 degrés pour retirer de 1 gramme de sucre de canne tout l'acide carbonique qu'il peut produire, même en employant un excès d'acide iodique. L'acide citrique et le sucre de lait s'oxydent encore avec plus de lenteur; le sucre de raisin purifié apporte une résistance extrême à l'oxydation. On peut arriver par là à des distinctions intéressantes; ainsi tandis que le sucre mou des diabétiques se brûle très-rapidement, le sucre dur et cristallisé sécrété par les mêmes malades s'entame à peine.

II. Il convient de ranger dans une seconde classe les substances organiques qui s'oxydent malgré la présence de l'acide prussique. C'est à cette catégorie qu'appartiennent l'albumine, la fibrine, le gluten. Là se trouvent encore l'acétone, l'acide gallique, le tannin, la créosote et la morphine. Avec ces quatre dernières substances, la combustion est si rapide, que l'on comprend qu'elle ne puisse être arrêtée par la présence de l'acide prussique. Avec l'acétone, il se forme un produit huileux tout particulier dont la naissance ne s'accompagne pas d'un dégagement d'iode; là encore l'acide prussique ne peut être d'aucune efficacité. C'est dans cette classe particulière que se présenteront d'abord les métamorphoses les plus curieuses à étudier. Millon avait déjà tenté sur ce point quelques recherches qui lui faisaient espérer la découverte de produits très-dignes d'intérêt.

Il est nécessaire dans toutes ces réactions d'épuiser l'effet oxydant de l'acide iodique; on doit pour cela l'employer en excès; pour séparer ensuite la partie excédante, on ajoute de l'acide hydriodique tant qu'il se forme un dépôt d'iode. Les deux acides de l'iode se décomposent mutuellement, et la liqueur ne retient plus que le produit de nouvelle

formation mélangé à l'iode que l'on sépare en filtrant et en chauffant ensuite quelques instants à + 100 degrés.

La manière dont l'albumine et le gluten réduisent l'acide iodique diffère sensiblement de la réduction exercée par la morphine; mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit du tannin ou de l'acide gallique, et l'on peut dire que la réaction de trois substances à savoir : le tannin, l'acide gallique, et la morphine, se confond ici par l'aspect. Si l'on suit le rapprochement plus loin, on se rappelle que la coloration produite par la morphine sur les persels de fer est assez voisine de celle qui est obtenue avec de petites quantités d'acide gallique ou de tannin; ces trois principes peuvent, en outre, être dissous par l'alcool, bien qu'en proportion variable. Une dernière réaction caractéristique est fournie par la morphine et pouvait la distinguer; on sait que cet alcali se colore fortement en rouge par l'acide nitrique; mais le tannin et l'acide gallique présentent encore une coloration analogue.

III. Dans la troisième classe se placent les substances solubles qui ne sont pas attaquées par l'acide iodique : les acides camphorique, acétique et butyrique, ainsi que l'urée sont dans ce cas; l'acide acétique contenait, dans tous les échantillons examinés, une petite quantité de matière étrangère, destructible par l'acide iodique. Il en était de même de l'acide butyrique qui avait été fourni par Pelouze. La gélatine et le corps hyaloïde de l'œil ne s'oxydent pas non plus à + 100 degrés par le contact prolongé de l'acide iodique. Ce n'est pas sans étonnement que l'on voit ces deux substances séparées de l'albumine et de la fibrine. On doit remarquer néanmoins que tandis que l'albumine et la fibrine doivent se modifier dans l'économie par un acte de combustion physiologique, la gélatine et le corps hyaloïde sont disposés de manière à y résister et à s'établir dans une sorte de per-

manence. Quant à l'urée, bien que son carbone et son hydrogène puissent se brûler dans quelques réactions énergiques, il est évident qu'elle a supporté l'effort de l'oxydation exercée par nos organes; on peut en dire autant des acides butyrique et acétique.

En résumé, il est constant que les substances organiques se brûlent par l'acide iodique avec lenteur, mais à peu près complètement comme par une oxydation vitale. Les produits de sécrétion de l'économie, les produits brûlés, ainsi que les produits stables de nos organes, échappent au contraire à la combustion iodique. Sans attacher une importance particulière aux modifications que l'acide prussique exerce également sur les phénomènes de la vie et sur la force oxydante de l'acide iodique, il ne faut pas repousser ce parallélisme qui s'établit de lui-même. Millon termine en faisant remarquer que les cyanures rouge et jaune de fer et de potassium n'apportent aucun obstacle aux combustions iodiques. On sait que ces deux sels sont également supportés à dose considérable par l'économie animale.

3° *De l'influence des petites quantités sur les actions chimiques.* — Depuis que les règles simples de l'affinité tracent la marche des phénomènes chimiques, on s'est habitué à suivre l'action réciproque des masses qui offrent entre elles une certaine relation de poids ou de volume. C'est bien certainement entre des quantités constantes et d'un rapport simple, que s'accomplissent les opérations les plus saillantes de la chimie. On comprend que les regards se soient fixés tout d'abord sur les faits de cette nature; et l'on peut dire aujourd'hui que la détermination exacte des équivalents, bien qu'elle reçoive chaque jour des perfectionnements nouveaux, constitue l'œuvre la plus importante de la statique chimique.

Toutefois, à côté de l'action réciproque des quantités équivalentes, il est facile de distinguer d'autres actions dans lesquelles la masse infiniment grande subit la loi de quantités infiniment petites. Lorsqu'une influence de cet ordre s'exerce sur un fait considérable, les esprits s'attachent sans peine à la solution du problème qui s'y trouve caché; c'est ainsi que la combustion incandescente des substances organiques, qui commence par une étincelle, et se propage ensuite incessamment, a été bientôt réduite, par l'analyse chimique, à un fait des plus élémentaires. Mais si le phénomène s'accomplit sur une échelle moins étendue, s'il se cache derrière la réaction plus apparente des masses, l'analyse est moins prompte à y pénétrer, et l'explication se fait désirer davantage.

Aujourd'hui les actions chimiques qui relèvent manifestement de quantités très-petites sont peut-être innombrables, mais on se contente pour ainsi dire de les signaler. Le soin scrupuleux qu'on apporte à décrire la succession des actions chimiques ordinaires disparaît incomplètement. Une bulle d'oxygène provoque-t-elle la fermentation dans le jus exprimé du raisin? Quelques gouttes de créosote préviennent-elles la putréfaction rapide qui va s'emparer des substances animales? On serait tenté de croire que cela suffit. La chimie ne paraît plus s'inquiéter du lien chimique de ces phénomènes et de leur dépendance manifeste. Elle s'arrête là comme en face du virus qui infecte l'économie, comme en face du médicament dont quelques milligrammes agissent sur la maladie et la modifient salutairement.

Est-il donc impossible de faire pénétrer aussi l'analyse dans cette succession de phénomènes obscurs et délicats sans doute, mais d'une nature chimique incontestable? Millon ne le pense pas. La transformation lente et successive de

l'oxamide en oxalate d'ammoniaque, au contact de quelques millièmes d'un acide énergique, a fourni depuis longtemps un exemple encourageant. On y voit le premier terme de la réaction engendrer régulièrement tous les autres et propager avec simplicité la conversion complète. Millon a cherché, dans plusieurs travaux, à saisir les actions de cette nature, à en distinguer toutes les phases, convaincu qu'on pouvait toujours les rattacher, par une analyse suffisante du phénomène, aux règles les plus simples de l'affinité. Ainsi la conversion du chlorate de potasse en iodate par l'iode qui déplace le chlore, non plus à l'aide de la voie sèche, comme l'a fait M. Wœhler, mais en présence même de l'eau, et à la faveur de quelques gouttes d'un acide énergique; la production de l'éther nitrique, en prévenant par un peu d'urée la formation de l'acide nitreux; l'influence de ce dernier acide sur l'oxydation des métaux par l'acide nitrique; l'action oxydante de l'acide iodique suspendue par quelques gouttes d'acide prussique; ce sont là autant d'exemples qui prouvent l'influence des petites quantités. Malgré la marche assez singulière de ces réactions, elles s'expliquent, elles s'enchaînent, elles se rattachent aux opérations normales de l'affinité.

Un fait d'un ordre entièrement nouveau montre que les petites quantités exercent leur influence dans les directions les plus variées. Millon a reconnu qu'il existe bien certainement deux oxydes de mercure de même composition, mais de propriétés distinctes. Ces deux oxydes, l'un rouge, l'autre jaune, donnent naissance à deux séries très-étendues d'oxydochlorures isomères entre eux, et d'où l'on dégage facilement l'un ou l'autre oxyde. Dans l'une de ces deux séries, on peut, à volonté, produire un oxydochlorure noir, qui correspond à l'oxyde rouge, ou bien un oxydochlorure rouge de même composition qui correspond à l'oxyde jaune. Ces deux

oxydochlorures très-différents s'obtiennent avec les mêmes réactifs employés dans la même proportion. Le mélange simple des réactifs produit constamment l'oxydochlorure rouge, mais ajoute-t-on une petite quantité d'oxydochlorure noir au mélange qui doit réagir, c'est l'oxydochlorure noir qui se forme à la place du rouge.

Cette marche particulière des phénomènes chimiques est tout à fait digne de fixer l'attention; il faut considérer que les réactions ne s'exécutent pas seulement entre des masses équivalentes, mais qu'elles subissent encore la loi des petites quantités. Une petite quantité pousse à l'action des masses énormes ou bien les condamne à l'inertie. Il faut donc s'attacher à découvrir par quelle liaison chimique on prévient le développement énergique d'affinités secondaires, dès qu'on s'oppose à la réaction initiale. Il faut suivre pas à pas une action petite mais répétée, qui transforme, et soumet avec le temps, une masse infinie. En se familiarisant d'abord avec ces réactions, dans des circonstances simples, où les termes, peu nombreux et bien définis permettent d'attribuer à chaque réactif la part qui lui revient, on arrivera sans doute à découvrir, pour les métamorphoses les plus obscures, l'enchaînement qui se perd aujourd'hui dans la complexité des phénomènes organiques.

La question de l'influence que les petites quantités de matière peuvent exercer sur les combinaisons a préoccupé Millon pendant un grand nombre d'années. A la date du 10 septembre 1855, voici ce qu'il écrivait à M. Nicklès :

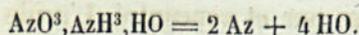
« Il y a plus d'un mois que je voulais vous consulter sur
» un fait qui se rattache aux remarques que vous avez faites
» sur l'influence des petites quantités dans la cristallisation
» des substances minérales (1). Voici de quoi il s'agit : En

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIX, p. 160. — *Journal de pharmacie*, t. XXXIX, p. 72, et t. XL, p. 431.

» analysant un sel qui provenait de l'évaporation naturelle :
 » d'une solution de sel marin, j'y ai trouvé 1,5 pour 100
 » de sulfate de chaux. Ce sel, redissous et cristallisé de nou-
 » veau contenait toujours 1,5 pour 100 de sulfate de chaux ;
 » d'un autre côté, M. Dumas a trouvé 1,5, et Berthier 1,6
 » dans des sels marins de diverses provenances ; c'est à peu
 » près démontré pour moi que cette proportion de sulfate
 » de chaux, dès qu'elle est incorporée au sel marin, en de-
 » vient inséparable par voie de dissolution et de cristallisa-
 » tion. Quelle est l'influence de cette petite quantité sur la
 » forme ? Le cas est bien défini, et l'on y observe plusieurs
 » faits secondaires qui intéressent les phénomènes de la dis-
 » solution. Ainsi la solubilité du sulfate de chaux s'accroît
 » énormément ; elle est sensiblement triple de celle qui a
 » lieu dans l'eau pure ; les deux sels, chlorure de sodium
 » et sulfate de chaux, ont une solubilité parallèle en quelque
 » sorte, puisque l'un et l'autre sont presque également so-
 » lubles à froid et à chaud... »

Comme observation se rattachant à celles qui précèdent il nous faut encore rappeler la *décomposition du nitrite d'ammoniaque par la chaleur*, que Millon a étudiée avec beaucoup de soin.

Une solution aqueuse de nitrite d'ammoniaque se décompose par la chaleur en azote et en eau, suivant l'équation :



Mais en examinant cette décomposition, on reconnaît que tantôt elle se produit d'une manière très-rapide, presque spontanée, et que tantôt, au contraire, elle ne se fait qu'avec beaucoup de résistance.

Cette réaction entre les éléments du nitrite est un phénomène de petite quantité : Millon a, en effet, constaté qu'une

solution de nitrite d'ammoniaque peut supporter pendant des heures entières la température d'un bain-marie à l'eau bouillante sans se décomposer, si l'on y ajoute une seule goutte d'ammoniaque caustique ; et la même solution, plongée dans le même bain, se détruit en un moment par une vive effervescence si l'on y ajoute une goutte d'un acide minéral.

Comme conséquence de l'expérience précédente, Millon a été conduit à préparer facilement le nitrite d'ammoniaque en faisant arriver peu à peu dans de l'ammoniaque caustique en excès le produit nitreux résultant de la calcination du nitrate de plomb. On a soin de placer l'ammoniaque dans un creuset de platine entouré d'un mélange réfrigérant. On évapore ensuite dans une atmosphère close, saturée de gaz ammoniac, et desséchée par la chaux.

§ X. — Nouveau moyen de détruire les matières organiques et d'en isoler la partie minérale.

(1864.)

Voici comment Millon conseille d'opérer lorsqu'il s'agit de séparer les corps minéraux engagés naturellement ou accidentellement dans des matières organiques.

On divise la substance végétale ou animale en fragments assez petits pour que ceux-ci soient introduits sans peine dans une cornue de verre tubulée où l'on a versé préalablement de l'acide sulfurique pur et concentré. L'acide ne remplit que le tiers environ de la cornue, et son poids est au moins quadruple du poids de la matière brute non desséchée ; on chauffe doucement jusqu'à désagrégation ou dissolution de la matière dans l'acide sulfurique, puis on fait tomber par la tubulure de la cornue, à l'aide d'un entonnoir allongé, de l'acide nitrique que l'on ajoute peu à peu, et l'on élève encore la température de la cornue.

Ce premier temps de l'opération a pour but de détruire les chlorures incorporés à la matière organique; il dure une demi-heure environ; alors on retire le mélange de la cornue et on le verse dans une capsule de platine, que l'on chauffe de plus en plus jusqu'à ce qu'on arrive à une évaporation rapide de la liqueur sulfurique; laquelle a bientôt perdu son premier aspect noirâtre et prend une teinte variable du jaune orangé au rouge.

A chaque addition d'acide nitrique, il se fait une décoloration sensible; mais, par l'action de la chaleur, la liqueur sulfurique reprend très-vite une teinte plus foncée; on continue à ajouter de l'acide nitrique aussi longtemps que le liquide se colore, et l'on obtient finalement, la matière organique étant complètement détruite ou expulsée, une simple dissolution des substances minérales, normales et autres, dans un excès d'acide sulfurique, que l'on achève de chasser par la chaleur.

Le résidu, purement salin, est blanc, tout à fait exempt de charbon, et son analyse est ramenée aux conditions les plus simples de l'analyse minérale.

En ménageant l'action du feu, à la fin de l'opération, l'arsenic et le mercure se retrouvent intégralement dans le résidu, aussi bien que les autres métaux.

Les carbonates, chlorures, bromures et iodures, ainsi que les sels à acides organiques, contenus dans la matière à détruire, sont remplacés dans le résidu par des sulfates.

CHAPITRE V

ÉLÉMENTS DE CHIMIE ET ANNUAIRES DE CHIMIE.

§ I. — Éléments de chimie organique (1).

Au moment où les travaux de Millon attiraient déjà beaucoup l'attention du monde savant et où la théorie du dualisme commençait à être vigoureusement battue en brèche par les découvertes de Laurent et de Gerhardt, ce chimiste entreprit d'écrire un ouvrage spécial sur la *chimie organique* comprenant les matières du cours qu'il faisait alors à l'hôpital du Val-de-Grâce.

Dans ce livre comme dans tous ses mémoires originaux, Millon est resté fidèle à la notation de Berzelius; non pas qu'il repoussât systématiquement les théories de ses contemporains et de ses émules et qu'il n'en comprît l'immense portée pour l'avenir de la chimie; mais il était convaincu que, pour un ouvrage destiné à devenir classique, le temps avait encore besoin de faire mûrir ces nouvelles manières d'interpréter la composition des corps.

L'esprit essentiellement original de Millon faisait aisément prévoir qu'un Traité de chimie organique composé par lui sortirait des sentiers battus, et qu'à côté de la définition des propriétés organoleptiques d'une substance quelconque, on trouverait des considérations générales propres à leur Auteur; c'est, en effet, la première impression que

(1) *Éléments de chimie organique, comprenant les applications de cette science à la physiologie animale*, 2 vol. in-8. J.-B. Baillièrre et Fils, Paris, 1845 et 1848.

l'on reçoit lorsqu'on lit avec attention les deux volumes qu'il fit paraître pendant le cours des années 1845 à 1848, et qu'il dédia au comte de Tascher, pair de France, comme témoignage de reconnaissance pour les bienfaits qu'il en avait reçus, lors de son entrée dans la carrière militaire.

Dans un style toujours très-entraînant et d'une remarquable correction, Millon développe ses idées sur la manière dont les principes élémentaires d'un composé organique ou inorganique peuvent s'unir ; il montre, par exemple, que dans les composés de la chimie minérale, les éléments sont simplement juxtaposés, tandis que dans les matières organiques les principes élémentaires sont à l'état de pénétration intime. Cette distinction entre les corps de la chimie organique et ceux de la chimie minérale est très-ingénieuse.

A l'occasion de l'histoire du carbone, Millon développe des idées toutes nouvelles sur le rôle spécial que joue cet élément dans l'accomplissement des phénomènes de la vie organique, puisque le carbone fait toujours partie intégrante des substances, soit organiques, soit organisées. Ces considérations l'amènent à conclure que l'étude de la chimie organique est impossible si l'on ne connaît pas préalablement les règles qui président à la combinaison des principes élémentaires suivant les formes que leur assigne la nature, et c'est pour que le fruit de son travail ne passe pas inaperçu qu'il a fait paraître, presque en même temps que le premier volume de son livre, ce Mémoire très-intéressant ayant pour titre : *Remarques sur les éléments qui composent les substances organiques et sur leur mode de combinaison*, dont nous avons parlé plus haut.

Afin de donner une simple idée des nombreuses transformations que peut subir le carbone pendant la vie organique, Millon montre comment l'aliment se convertit chez les animaux en acide carbonique qui s'échappe par les pou-

mons et par la peau, et comment, au contraire, pendant le travail de la végétation l'acide carbonique par l'accumulation de l'hydrogène et l'élimination de l'oxygène reconstruit l'aliment.

Pour Millon, l'eau, dans sa participation à tous les actes de la vie végétale et animale, se comporte de deux façons bien distinctes : tantôt elle entre pour son propre compte dans le mécanisme des actions chimiques et elle y participe par ses éléments ; tantôt elle semble y assister simplement ; elle constitue alors une sorte de milieu paisible dans lequel s'accomplit la métamorphose. Dans le premier cas, l'eau se combine ou se sépare, ou bien éprouve une dissociation de ses éléments : c'est alors l'eau de réaction. Dans le second cas, comme elle se contente de dissoudre, Millon la désigne sous le nom d'eau *inactive* pour la distinguer de la précédente, qu'il nomme eau de *réaction*.

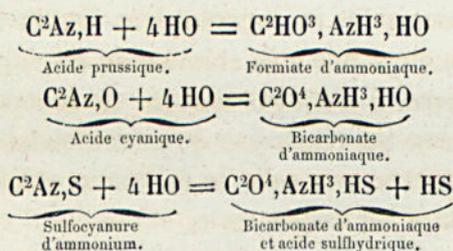
« L'histoire des composés ammoniacaux, dit Millon, est souverainement propre à montrer comment les substances organiques primitives se constituent en produits complexes. Nulle part on n'assiste mieux à la transition du caractère minéral au caractère organique ; nulle part on ne suit aussi facilement les embranchements innombrables d'une combinaison simple. »

Partant de l'ammoniaque pour aboutir à l'alloxantine et à la murexide, c'est-à-dire aux dérivés les plus complexes du cyanogène, Millon étudie avec une méthode très-remarquable tous les composés organiques dans lesquels l'azote et l'hydrogène, ou l'azote et le carbone sont unis dans les proportions et sous les aspects les plus divers.

Les combinaisons de l'ammoniaque avec les oxydes et les sels métalliques ont reçu de la part de Millon des développements d'autant plus intéressants que les travaux de Robert Kane, Gros et Reiset, étaient alors tout récents, et que

Millon s'occupait dans le même temps des composés amido-mercuriels.

Au sujet de la transformation et de la constitution des composés cyanurés, Millon a montré, par des exemples empruntés à la décomposition artificielle ou spontanée de l'acide prussique, du cyanure de potassium, des acides cyanique et cyanurique, du cyanogène et des sulfocyanures, que ces transformations s'accomplissent par l'addition des éléments de quatre équivalents d'eau ; ces quatre équivalents d'eau convertissent les composés cyanurés en produits ammoniacaux et en produits oxygénés du carbone ; en d'autres termes, les composés cyanurés se comportent, dans leurs métamorphoses, exactement comme des sels ammoniacaux qui auraient supporté et qui reprendraient ensuite cette eau d'élimination. En voici quelques exemples :



Ces importantes observations doivent être enregistrées pour l'histoire si complexe et encore si obscure de la transformation moléculaire des composés dont le cyanogène est la base.

Jusqu'à-là Millon a fait connaître aussi exactement que possible les éléments organiques et leurs combinaisons les plus simples.

Dans la seconde partie de son livre et sous le titre de : *Classification des principes organiques*, le savant professeur passe à l'examen de toutes les substances de nature végétale ou animale et, comme principe fondamental de la thèse qu'il soutient, il les divise en deux grandes sections.

La première comprend les principes organiques contenus dans les aliments, les tissus et les fluides animaux : ce sont les aliments proprement dits.

La seconde est consacrée aux principes de nature et de destination essentiellement végétale ; ce sont les substances végétales proprement dites.

Millon passe alors en revue toutes les substances dites organiques et il montre, lorsque l'occasion s'en présente, par des formules aussi simples qu'ingénieuses, comment la nature et l'artifice peuvent modifier ces matières de manière à en faire des espèces distinctes et définies.

La classification de toutes les substances organiques en matières alimentaires et en non alimentaires répond-t-elle bien aux besoins qu'exige l'étude des premiers éléments de la chimie ? Cette question a été posée à Millon par ses amis, et les réponses qu'ils en reçurent leur donnèrent à penser que s'il avait été donné à ce chimiste de recomposer le cadre de son livre, il n'eût pas manqué de le modifier. C'est qu'il avait déjà pu remarquer qu'en confondant l'étude de la chimie végétale avec celle de la chimie animale il allait d'abord contre les usages reçus, et ensuite il enlevait, du moins en partie, à son ouvrage le caractère d'un traité classique.

Il est vrai que grâce aux découvertes de la chimie moderne, dont les belles expériences de MM. Dumas et Milne Edwards sur la production de la cire d'abeilles ont été le point de départ, on arrive tous les jours à reconnaître l'extrême diffusion dans le règne végétal d'un grand nombre de substances qui se trouvent également dans le règne animal, mais le temps n'est pas encore venu de faire de toute la chimie organique une seule chaîne que n'interrompt aucun anneau.

Les *Éléments de chimie organique* de Millon demandent à être lus avec soin et en détail : lorsqu'on en a bien saisi l'en-

semble, on ne peut s'empêcher d'admirer la fécondité de vues et la précision des généralités qui caractérisent cette œuvre remarquable et intéressante comme toutes les productions de ce regrettable savant.

§ II. — *Annales de chimie* (1).

Depuis l'année 1822, la Suède, par l'initiative de l'Académie des sciences de Stockholm, était en possession de recueils périodiques qui, sous la direction de Berzelius, faisaient connaître les travaux exécutés pendant le cours d'une année sur la chimie et la minéralogie par les savants de toutes les nations.

Dès leur apparition, ces comptes rendus annuels étaient traduits en langue allemande, et ainsi se vulgarisaient dans toutes les parties de l'Allemagne des découvertes dont souvent, en France, on ne soupçonnait même pas l'existence.

En 1837 et en 1839, les *Rapports annuels sur les progrès de la chimie* commencèrent à être imprimés en français, mais ce n'est qu'en 1840, que Plantamour, de Genève, leur traducteur, les fit paraître régulièrement jusqu'à la mort de Berzelius, c'est-à-dire jusqu'en 1848.

Pour répandre et surtout pour apprécier la valeur des nouveaux travaux des chimistes, Berzelius avait une autorité que tout le monde lui concédait; mais, à tort ou à raison, on avait cru reconnaître, qu'à moins d'adopter ses doctrines, les découvertes des chimistes français ne trouvaient pas toujours une justice parfaitement impartiale.

On était alors à cette période mémorable de la chimie où les travaux de M. Dumas sur les phénomènes de la substitution, et ceux de Laurent sur la naphthaline, faisaient aisément entrevoir la découverte d'une multitude de composés;

(1) *Annales de chimie*, par E. Millon et J. Reiset, avec la collaboration de F. Hœfer et J. Nicklès, 7 volumes, J.-B. Baillière et Fils, Paris, 1845 et 1851.

l'étude de leur production et de leur constitution révélait à leur tour des théories nouvelles; c'est assez dire combien le mouvement scientifique était intéressant.

En 1845, Millon et M. Reiset entreprirent alors, non pas de remplacer l'œuvre de Berzelius, leur ambition n'allait pas jusque-là, mais de faire connaître, chaque année, un résumé des travaux nombreux qui s'exécutaient, tant en France qu'à l'étranger, sur la chimie et les sciences qui en dépendent.

C'est alors que parurent d'une manière régulière pendant sept années, de 1845 à 1851, sous le nom d'*Annuaire de chimie*, l'exposition abrégée, mais cependant complète des découvertes et des nouveaux travaux de chimie faits dans les diverses parties de l'Europe.

Les publications qui proviennent des laboratoires de l'Allemagne occupent, comme on sait, une place très-importante : Millon et M. Reiset s'adjoignirent successivement MM. Hœfer et Nicklès qui, par leur grande habitude de la langue allemande et par leurs vastes connaissances dans toutes les branches des sciences physiques et naturelles, devinrent des collaborateurs excessivement précieux.

Les indications bibliographiques consignées après le titre de chaque mémoire; le classement méthodique, l'examen sérieux et approfondi de chacune des publications, sans distinction de nationalités, ont fait et font encore des *Annuaire de chimie* un ouvrage indispensable pour tous ceux qui se livrent et au progrès et à la connaissance de la chimie. Nous ne croyons pas trop nous avancer en disant ici que ces *Annuaire* et les *Rapports* de Berzelius, par leurs caractères spéciaux et par les services qu'ils ont rendus, n'ont pas encore été remplacés.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET AGRICOLES SUR L'ALGÉRIE.

CHAPITRE PREMIER

MÉMOIRES SPÉCIAUX A L'ALGÉRIE.

En 1851, Millon, désigné comme pharmacien en chef de l'armée, à Alger, et placé par cela même à la tête d'un beau laboratoire, comprit tout de suite le parti qu'il allait pouvoir tirer de sa nouvelle position. Notre colonie s'offrait à lui comme une terre vierge que la science avait peu foulée, et déjà il prévoyait combien son ardente imagination allait s'exercer sur des sujets divers.

Pour lui, la France ne savait pas assez utiliser toutes les richesses du sol algérien, et cela parce que les hommes spéciaux n'y apportaient pas suffisamment le tribut de leurs lumières.

Ainsi, à la pratique routinière et empirique des Arabes, Millon aurait désiré substituer les applications de la science moderne, et c'est pour arriver à ce but qu'il avait imaginé la création d'un Institut algérien, calqué un peu sur l'Institut d'Égypte, mais offrant plus de chance de succès et surtout d'utilité que celui-ci.

Pourquoi ce projet n'a-t-il pas reçu même un commencement d'exécution ? Comme Millon l'avait compris, il était pourtant bien fait pour améliorer à tous les points de vue la position de l'Algérie.

C'est là, sur le coin de cette terre si récemment initiée

au mouvement scientifique, que, pendant seize années consécutives, Millon se livra à une série nombreuse de travaux dont le fond était toujours une application plus ou moins directe à l'avenir de notre belle colonie; tels sont, par exemple, ses recherches sur les blés, les parfums, la nitrification, l'ensilage, les eaux minérales, les sangsues et le lait.

Pendant les dernières années de son séjour en Algérie, Millon avait consigné dans plusieurs mémoires ses appréciations personnelles sur l'organisation économique et agricole qui convient le mieux à notre possession africaine. Ce sont ces travaux demeurés jusqu'alors inédits que les amis de cet illustre savant sont heureux de faire connaître aujourd'hui.

§ 1. — Sur une eau minérale du Frais-Vallon, près d'Alger, et sur l'emploi des eaux minérales de l'Algérie.

(1856.)

Dans le voisinage d'une propriété que Millon possédait à 3 kilomètres environ d'Alger, et qu'il habitait le plus ordinairement, on rencontre, parmi plusieurs sources d'eau commune, une source ferrugineuse froide désignée sous le nom du *Frais-Vallon*, en souvenir du délicieux ravin où elle jaillit.

Millon a fait une analyse de cette eau minérale à laquelle il a trouvé la composition suivante :

Chlorure de sodium	gr. 0,314
Sulfate de soude	0,046
Bicarbonate de soude	0,061
— de chaux	0,099
— de magnésie	0,075
— de protoxyde de fer	0,007
Silicate de chaux	0,030
	<hr/>
	0,632

A l'occasion de ce travail, Millon s'est livré à des appréciations très-judicieuses sur les services que les eaux minérales de l'Algérie peuvent rendre aux malades.

« Sans se laisser aller, dit-il, à une énumération trop longue et trop complaisante des vertus de l'eau minérale ferrugineuse du Frais-Vallon, sans appeler tout de suite sur elle tous les avantages de la vogue et de la célébrité dont la médecine et l'expérience auraient cependant bien le droit de la doter un jour en l'envisageant au point de vue de ses applications les plus restreintes, il est permis de dire que, placée au voisinage d'Alger, elle offre désormais à cette ville l'usage d'une source dont l'action hygiénique et thérapeutique est incontestable. C'est une richesse, ne fût-elle que locale, que toutes les villes ambitionnent et qui manquait à la première ville de l'Algérie.

» Mais si l'on entre plus avant dans les considérations que suggère l'emploi des eaux minérales d'Afrique ; si, à ce sujet, on se laisse entraîner par une pensée d'espérance et d'avenir, on reconnaît à la découverte de cette eau un caractère d'opportunité tout particulier ; il se pourrait même qu'avec une efficacité de second ordre, elle fût appelée à rendre un grand service à l'hydrologie minérale de la colonie.

» Il convient de donner ici quelques explications.

» On sait que l'Algérie possède un grand nombre d'eaux minérales ; que plusieurs sources offrent, sur leur emplacement même, des ruines de constructions qui dénotent l'importance d'anciens établissements, sans doute d'origine romaine. Plusieurs de ces sources sont encore en renom parmi les indigènes qui en usent à leur convenance, y dressent des tentes, et se contentent de ce mode de campement primitif qui ne serait guère du goût de nos malades et gênerait beaucoup la plupart des touristes.

» Toutefois, guidée par ces indices, l'administration a fait les plus louables efforts pour ressusciter quelques-uns de ces établissements ; elle a voulu les approprier à nos besoins et pourvoir l'Algérie de bains minéraux, qui sont l'apanage ordinaire d'une société européenne, et qui, dans tous les cas, contribuent favorablement à la prospérité d'un pays.

» L'administration n'a pas réussi ; son appel n'a pas été entendu ; mais il faut bien se garder d'en accuser la qualité des eaux minérales de l'Algérie ni de conclure contre leur usage.

» La première indication qu'on a suivie, celle que les médecins eux-mêmes ont enseignée, a été toute simple et toute naturelle : on a cherché à remplacer les eaux minérales de France par celles qui existent en Afrique ; on a dirigé les malades militaires sur Hammam-Meskhoutine et sur Hammam-Rira, au lieu de les envoyer aux Pyrénées ou à Vichy.

» La comparaison ne pouvait être favorable aux eaux d'Afrique.

» On sait de quels éléments nombreux se compose l'efficacité assurée aux eaux minérales ; au premier rang figurent le confortable et les commodités de la vie ; les plaisirs même y contribuent et sont habilement ménagés aux baigneurs dans chaque localité, qui en fait une étude, et pour qui la fréquentation des eaux est une spéculation réelle et une cause de prospérité. Enfin, toutes ces parties si diverses de la société, subitement rapprochées, dans une atmosphère pleine de liberté et de bien-être, y répandent une distraction à laquelle nul n'échappe, qui favorise certainement l'action thérapeutique et facilite le retour de la santé.

» L'Algérie, il faut en convenir, a encore beaucoup de chemin à faire pour en arriver là. Mais ce qui manque à la

plupart des eaux minérales de l'Europe, ce que rien au monde ne saurait leur donner, c'est un climat tempéré durant les mois de l'hiver. Dès que l'été finit, on les déserte : la fraîcheur des nuits, l'abondance des pluies en troublent les effets ; septembre arrive et la saison est close.

» Une lacune aussi considérable dans la thérapeutique des eaux n'a pas échappé à quelques observateurs. Lallemand a contribué de tout son pouvoir à fonder au Vernet un établissement thermal dans lequel les malades continueraient l'usage des eaux durant l'hiver. On a fait un essai pareil aux eaux d'Amélie-les-Bains. Les résultats qu'on y obtient sont généralement favorables, mais ils ne sont pas décisifs. La faute en est au climat du Vernet et d'Amélie-les-Bains. Quoi qu'on y ait fait, les malades n'y échappent pas au froid : sans doute, c'est toujours un grand avantage pour un valétudinaire de remplacer un hiver du nord par un hiver du midi de la France ; mais qu'il y a loin de là à certaines contrées méridionales, voisines de la mer, et dans lesquelles règne, durant toute la période hivernale, une inaltérable douceur de température et d'atmosphère ! Là, l'hiver n'existe pas, c'est évidemment là qu'on doit réaliser l'idée bienfaisante et logique de continuer la cure des eaux minérales, sous un climat tempéré, entièrement exempt de neiges, de gelées et de frimas. Signaler ces contrées, c'est désigner l'Algérie, et particulièrement tout ce littoral délicieux où elle développe plaines et coteaux, entre l'Atlas et la Méditerranée. Dans aucune direction, on ne saurait se transporter plus rapidement au sud pour échapper aux rigueurs de la saison. On laisse bien loin Nice, Hyères, et jusqu'aux dernières côtes de l'Espagne et de l'Italie. La transformation du climat est complète, et, grâce à l'achèvement de nos grandes lignes ferrées, grâce à la vapeur,

en trois jours on se rend à Alger des points les plus extrêmes de la France.

» Sans doute, dès qu'on connaîtra mieux les avantages de cette situation, dès que la médecine et l'hygiène les auront proclamés, on aura l'ambition de n'en rien perdre ; on demandera à l'Algérie de fournir des eaux thermales similaires aux principales eaux de la France ; on y poursuivra, sans interruption, la guérison qu'un ciel humide et glacial venait paralyser.

» L'Algérie sera en mesure de satisfaire aux vœux des malades les plus exigeants que l'Europe lui aura légués, la richesse et la variété de ces eaux minérales ne laissant rien à désirer. Ici des eaux alcalines, là des eaux salines, froides ou thermales, ailleurs des eaux gazeuses, ferrugineuses, sulfureuses.

» Ce qui est, ce qui existe à l'état de fait bien acquis, c'est la source modeste qui se cache aux portes d'Alger, dans un de ces ravins toujours verts que le Frais-Vallon projette vers le mont Bouzaréah. Je n'ai pas à revenir sur sa composition et ses usages. Je me contenterai d'indiquer comment elle rentre dans le système d'application des eaux minérales de l'Algérie qui vient d'être esquissé.

» Avec cette eau, pas de routes à frayer, pas d'établissements considérables à édifier, pas d'hospitalité à organiser pour les valétudinaires qui arrivent : Alger est à deux pas, et Alger suffit à tout. C'est le gîte confortable et le foyer de distraction ; c'est une scène mouvante, animée, encore bien neuve pour la plupart, où se conservent toujours les principaux traits de la vie orientale ; Alger devient, et il le mérite, la première station des émigrants des eaux minérales. »

§ II. — De la production et du commerce des sangsues
en Algérie.

(1856.)

Depuis très-longtemps la France, malgré la grande production des sangsues provenant des marais de la Gironde et des Landes, est encore tributaire de l'étranger pour une notable quantité de ces précieux annélides.

Millon pense que l'Algérie, par les marais qui couvrent une certaine partie de son sol, est en excellente position pour faire concurrence à la Hongrie, à la Turquie, à la Grèce, à la Sardaigne et à quelques parties de l'Espagne pour l'approvisionnement des sangsues.

Dans cette circonstance, Millon ne s'est pas tenu à de simples conjectures. Reprenant la question *ab ovo*, il l'a étudiée sous tous ses points de vue et, avec le concours de M. Vayson qui s'est livré d'une manière spéciale à la production et à la conservation des sangsues, ces expérimentateurs sont arrivés à des résultats du plus grand intérêt.

Ainsi Millon et M. Vayson ont montré qu'à l'aide des appareils imaginés par ce dernier, le transport des sangsues de l'Algérie en France et *vice versa*, s'effectuait sans aucun inconvénient. Toutes ces sangsues, après un séjour prolongé dans de la terre bourbeuse et examinées une à une, ne présentaient aucun indice de faiblesse ni de souffrance, et leur application faite sur des malades justifia les premiers témoignages de l'inspection.

Malgré l'espèce de discrédit qui s'attache encore aux sangsues algériennes, et que l'on nomme on ne sait pourquoi *Dragon*, Millon et M. Vayson ont prouvé que des sangsues prises sur le marché d'Alger ne le cédaient en rien

aux sangsues des Landes qui avaient été transportées à Alger.

Pourquoi donc alors la dépréciation des sangsues dragon sur les marchés de France? Millon l'attribue à l'indifférence des anciens pêcheurs arabes, au peu de soin qu'ils mettaient à les choisir, aux fatigues d'un long voyage, et enfin à l'insuffisance des moyens de conservation employés autrefois.

Aujourd'hui, que des notions plus intelligentes ont pénétré jusque dans les contrées les plus éloignées de notre colonie, que la protection des bureaux arabes a ouvert l'accès de toutes les plaines marécageuses qui sont d'immenses réservoirs à sangsues et dans lesquelles le pacage du bétail fait prospérer la multiplication et la croissance de ces annélides, rien ne s'oppose plus à ce qu'elles se relèvent de la déconsidération dont elles étaient frappées.

Ces faits changent radicalement la base des transactions auxquelles la pêche et le commerce des sangsues d'Afrique ont donné lieu jusqu'à ce jour, et ils appellent l'attention sur une branche toute naturelle de la production algérienne.

Il ne paraît pas que le commerce se soit fait à Alger avant l'occupation française. Les sangsues de la Mitidja suffisaient à la consommation des villes de la province, et les malades arabes qui avaient besoin d'une évacuation sanguine allaient se mettre les pieds dans les marais.

Les marais à sangsues n'existent pas seulement au sud de la province d'Alger, on les retrouve dans la province d'Oran et surtout dans celle de Constantine, aux environs de Bône, vers Bouçada. La Kabylie paraît offrir aussi de grandes ressources à cette pêche, et depuis longtemps Dellys, Bougie et Djidjelly exportent des sangsues.

Il serait impossible de donner un chiffre même approximatif sur cette production naturelle de l'Algérie; mais tout

y dénote des richesses considérables ; M. Vayson, qui a visité les marais du Djebel-Amour et qui a recueilli des renseignements sur place, pense qu'il y a dans ce seul réservoir de quoi alimenter l'Algérie entière.

Mais il importe surtout de bien définir les conditions dans lesquelles cette industrie devra s'exercer.

Les sangsues s'acclimatent et se fixent volontiers partout où de minces cours d'eau s'épanchent sur le sol, y entretiennent une humidité constante et le recouvrent de végétations aquatiques. Lorsque l'eau n'est pas accumulée en masses trop grandes ni trop profondes, lorsqu'il est facile de lui ménager un écoulement, il y a tout intérêt à dessécher de pareils terrains ; à leur conserver les bienfaits de l'irrigation et à les rendre à la culture. En Algérie, les terrains de cette nature sont de vrais trésors agricoles : la Mitidja nous en offre un exemple ; elle a été peuplée de sangsues qui chaque jour y deviennent plus rares, parce que nos colons, secondés d'ailleurs par les travaux de l'administration, y font des saignées à la terre humide, en en convertissant les juncs et les herbages en une végétation splendide.

Mais lorsqu'il s'est formé de véritables marais, c'est-à-dire lorsque de grandes masses d'eau reposent sur des couches épaisses de tourbe et de terre tourbeuse, lorsque cette accumulation séculaire de végétaux aquatiques témoigne d'une disposition particulière du sol, contre laquelle il serait, avec les ressources actuelles, impossible de lutter, alors il est naturel de mettre à profit la production des sangsues. C'est une richesse, pour ainsi dire, spontanée et d'une exploitation simple et avantageuse. Que si ces marais se trouvent placés loin des centres de population, si les habitants qui vivent dans leur voisinage s'adonnent au régime pastoral et entretiennent de grands troupeaux de bétail, qu'ils ont intérêt, malgré tout, à y faire paître une partie de

l'année, il faut considérer cette réunion de circonstances favorables comme un don providentiel. Telle est précisément la situation de la plupart des marais d'Afrique, au milieu des tribus arabes. Là, comme en Moldavie et en Valachie, la présence du bétail continuera d'enrichir les marais et les rendra inépuisables en sangsues. On y verra celles-ci naître et croître avec une merveilleuse rapidité. En organisant la pêche, on la rendra de plus en plus fructueuse ; en mettant à profit les indications pratiques que l'expérience de ces dernières années, et surtout celle du département de la Gironde, a fournies, on maintiendra la qualité des produits de la pêche ; cette production naturelle et peu coûteuse opposera aux éleveurs de la Gironde une concurrence difficile à soutenir et tout au moins circonscritra fortement leur exploitation. Bordeaux, qui aura fourni un grand enseignement et qui aura servi l'Algérie sans le savoir, en recevra, à son tour, un bienfait d'hygiène ; ses habitants seront délivrés d'une industrie dont le développement les inquiète.

Il en sera de même des autres circonscriptions de la France où l'éducation des sangsues tendrait à prendre une extension inconsiderée. L'Algérie leur rendra le même service et y fera sentir un contre-poids utile : elle arrêtera cette industrie nouvelle ou la limitera. Il ne faudra ni lois ni règlements pour cela ; l'équilibre se fera, ainsi que la répression, par le seul fait d'une concurrence libre et légitime. Par une exception heureuse, l'Algérie ne rencontrera, sur cet article, aucune entrave dans sa loi douanière.

Qu'on le remarque bien, si les conclusions que Millon présente, relativement aux sangsues algériennes, en confinent la production dans le sud et presque dans le désert, cependant il n'exclut pas certains points de la Mitidja, pas plus qu'il ne faudrait bannir cette éducation de quelques

localités de la France où elle trouve des avantages exceptionnels. Ainsi, de vastes bassins de dégorgeement seront encore nécessaires à un commerce considérable, même comme annexes de la pêche faite dans les marais naturels ; puis, lorsque la disposition et la nature du sol s'y prêtent, lorsque l'abondance et la qualité des sources créent des facilités particulières, lorsqu'on ne recule pas devant les frais d'une installation et que celle-ci se combine à une exploitation agricole où l'on puise les moyens d'alimenter les sangsues, de les surveiller, de les soigner et d'en garantir la conservation, en Algérie comme ailleurs, l'élevé des sangsues devient une excellente et irréprochable opération ; il y a place alors pour cette industrie dont M. Vayson a si bien analysé et précisé toutes les conditions de succès.

La distinction des marais profonds, anciens, naturels, essentiels, dont l'asséchement serait sans résultat et même contrarierait l'agriculture circonvoisine, indique la véritable place que doit occuper l'Algérie dans le commerce et la production des sangsues.

Aujourd'hui, tous ces marais du sud sont des espaces qu'il faut connaître et mesurer : on sait d'avance qu'il sont immenses, ils renferment des produits d'une valeur contestable jusqu'à présent, mais qui sera bientôt incontestée. L'inventaire de ces richesses nouvelles est dû à la France ; il en faut conduire l'exploitation avec prudence, afin de ne pas arriver à l'épuisement hâtif qui a été, dans la plupart des marais d'Europe, la conséquence d'une pêche irrégulière et inintelligente : il en est temps encore.

En raison de sa population, l'Algérie a une consommation de sangsues faible, tandis que sa production est considérable ; la France, au contraire, a une consommation considérable et une production faible. En France, le maintien des terres fertilisables en marais et, à plus forte raison, le retour

des terres fertiles à la submersion, choquent l'idée du progrès agricole et alarment les populations, tandis que les tribus arabes acceptent, recherchent ce voisinage et y trouvent des bénéfices notables. Il y a là, sans contredit, entre l'un et l'autre pays, une de ces relations intimes, heureuses, que la conquête recherche sitôt qu'elle entre dans la période pacifique.

Il faut bien convenir, dit Millon, que c'est à l'administration de la guerre que l'on doit la découverte de ces nouveaux points de vue et de ces premiers résultats. Dans ses recherches d'amélioration, il a pu sembler un instant que cette question des sangsues l'occupait assez et qu'elle y consacrait beaucoup de soins et même de dépenses, mais aujourd'hui les faits décident en sa faveur; il est bien clair que le service à rendre était digne de l'effort.

§ III. — Production, vente et qualité du lait d'Alger.

(1864.)

La production du lait dans les environs d'Alger, et la nature du lait consommé par ses habitants, ont subi de notables variations depuis le commencement de l'occupation française. Le lait de vache se substitue de plus en plus au lait de chèvre, tandis qu'au début le lait de chèvre était presque seul en usage.

Les exploitations agricoles voisines d'Alger, dans lesquelles l'entretien des vaches laitières est le principal objet, sont en voie de prospérité; les établissements primitifs ont pris de l'extension et, à leur exemple, d'autres laiteries se sont formées. Les Maures eux-mêmes et les Arabes de la banlieue donnent, en général, la préférence au lait de vache et savent choisir, au milieu de l'espèce bovine indigène,

si peu productive en lait, quelques individus exceptionnellement doués, et dont les propriétés lactifères ne sont pas à dédaigner.

Divers renseignements dus à l'obligeance de M. Anglade établissent que cinquante chevriers inscrits ne livrent à la consommation d'Alger que 375 litres de lait par jour; tandis que 21 laitiers, propriétaires de vaches, accusent une vente quotidienne de 1174 litres; ainsi les trois quarts du lait débité sont déjà fournis par les vacheries des environs. D'autre part, on constate qu'il n'existe pas moins de 58 stations ou dépôts dans lesquels le lait de vache est mis en vente; ces débits de lait annexés pour la plupart aux épiceries, sont disséminés au nombre de 50, dans tous les quartiers de la ville : 8 appartiennent à la banlieue, cité Bugeaud, El-Biar, Mustapha-Supérieur et Inférieur. Il y a dix ans, on ne comptait pas plus de 7 ou 8 dépôts de lait de vache, et ce lait ne contribuait pas pour plus d'un cinquième à la consommation générale.

En tenant compte de l'importance de ces différents débits et des prix du lait qui varient, suivant les saisons, de 50 à 60 centimes le litre, on arrive, pour le lait de vache seul, à une vente quotidienne de plus de 500 francs, ce qui porte le chiffre de la consommation annuelle à 200 000 francs environ. Toutefois, comme ce chiffre ne comprend ni le lait consommé sur place, dans les propriétés circonvoisines, ni le débit de la crème, du fromage, du beurre et du petit-lait, il est certain que la production totale du lait de vache, dans le rayon d'approvisionnement d'Alger, est supérieur à l'indication précédente.

En évaluant à 2000 litres par jour la quantité de lait consommé par Alger et sa banlieue, on serait encore à une distance énorme de la consommation de Paris : en 1854, on y débitait (Tardieu), 300 000 litres de lait par jour,

pour une population d'un million d'habitants, soit 109 litres par tête et par an. Tandis qu'à Alger, en admettant le chiffre de 2000 litres de lait par jour, pour 66 000 habitants, la consommation annuelle n'est encore que de 11 litres par tête.

Quoi qu'il en soit de l'infériorité actuelle du chiffre exprimant la consommation du lait, l'éducation du bétail a déjà trouvé dans cette vente quotidienne faite aux habitants d'Alger, la plus belle prime qu'elle ait jamais reçue. Le développement rapide et spontané des vacheries est aussi une preuve de plus du succès réservé aux tentatives agricoles judicieusement conçues, et dans lesquelles les ressources du pays sont calculées avec sagesse et appropriées aux débouchés. Enfin, il faut bien le dire, tous ces chiffres, si modestes qu'ils soient, renferment le meilleur éloge des agriculteurs à qui l'on doit ce progrès réel, et il sera toujours juste de mentionner à leur tête les noms de MM. Trottier et Letheule. Si l'on consent à remarquer que la plupart des villes de la province, entre autres Blidah et Coléah, imitent déjà plus ou moins la métropole algérienne, on comprend l'immense intérêt qui s'attache au développement des vaches laitières, et combien ne reste-t-il pas à faire lorsque le chiffre de la consommation est encore si faible.

Il y a, entre la dénudation des terrains livrés aux chèvres et la riche végétation des propriétés pourvues de vacheries, un contraste dont l'observateur le plus superficiel reste frappé : cette impression sommaire que tous les habitants d'Alger reçoivent, au sortir de la ville, résume assez fidèlement les conséquences des deux industries. Sans entrer dans les détails de la question agricole, il est encore quelques considérations délicates et peu apparentes qui s'appliquent à la consommation du lait, et qu'il est bon de signaler à l'attention de la population algérienne.

Partout où la production du lait de vache offre des difficultés particulières, quelquefois assez grandes pour que l'usage en soit interdit, le lait de chèvre le remplace habituellement, et le public est tout disposé à attribuer à ce dernier des mérites infinis et même une supériorité marquée sur le lait de vache. C'est tout simplement un acte de reconnaissance, et le tribut d'éloges rendu, sous cette forme, à un aliment de première nécessité, répond à un sentiment très-respectable.

En réalité, le lait de chèvre a beaucoup d'analogie avec le lait de vache : le goût fait soupçonner des différences que l'analyse chimique ne confirme pas. La composition seule ne permettrait pas toujours de distinguer ces deux laits l'un de l'autre. Mais le consommateur du lait de chèvre est convaincu qu'il a une garantie parfaite de la qualité du lait de ces animaux lorsqu'il les voit traire à sa porte. Cette promenade des chèvres, qui a force d'usage, mérite d'être examinée. D'abord, la garantie n'est pas la même pour l'acheteur qui a la première partie de la traite, et comme certaines chèvres donnent à la traite du matin jusqu'à 2 et 3 litres de lait, le produit est nécessairement fractionné et partagé entre plusieurs clients. Dans le lait de chèvre, comme dans le lait de vache, et même dans celui de la femme, la matière grasse qui forme la crème s'amasse dans la dernière partie de la traite. Ainsi, en fractionnant par tiers le lait d'une chèvre conduite successivement à trois domiciles différents, il y aura bien plus de beurre dans le dernier tiers de la traite (1). Trois consommateurs servis de

(1) En analysant les parties extrêmes de la traite d'une vache, on trouve des différences énormes; le dernier lait peut contenir dix et douze fois plus de beurre que le premier (J. Reiset). Le dernier tiers de la traite est deux ou trois fois plus riche que le premier. Pour les chèvres, les différences sont moins grandes, mais Millon s'est assuré qu'elles existent.

cette façon, à quelques minutes d'intervalle, par une même chèvre, recevront en partage trois laits différents. Le lait fourni au premier sera certainement moins crémeux que le lait fourni au dernier consommateur. Que l'on suppose le cas trop ordinaire d'une mère qui renonce à nourrir son enfant et se décide à remplacer son lait par le lait de chèvre; un des chevriers qui parcourent les rues d'Alger conduit chez elle une chèvre choisie, bien portante, excellente laitière, et la traite sous ses yeux. Malgré ces précautions, le nourrisson n'est-il pas exposé à recevoir aujourd'hui la première partie de la traite et demain la dernière; aujourd'hui une alimentation insuffisante et demain une alimentation indigeste? Lorsque le lait est l'unique nourriture, ces variations ne seront pas toujours innocentes.

On voit combien la garantie attribuée à la circulation et à la présence de la chèvre est illusoire.

On a mis sur le compte des colporteurs de chèvres plusieurs accusations qui sont dénuées de fondement. On leur reproche d'ajouter une forte dose de sel aux aliments de ces animaux, de les contraindre par ce moyen de boire une plus grande quantité d'eau qui entrerait précisément dans le lait et en augmenterait la masse aux dépens de la qualité. Cet artifice et quelques autres du même genre, qu'il serait inutile d'examiner, reposent sur des suppositions gratuites. Les propriétaires des chèvres ont été plus habiles que cela. Ils ont pratiqué la sélection avec beaucoup d'art, et sont parvenus, à l'aide d'animaux reproducteurs choisis uniquement en vue d'augmenter la sécrétion du lait, à créer cette espèce de chèvres aux mamelles qui pendent et traînent quelquefois jusqu'à terre.

Ces animaux, malgré l'exigüité de leur taille, logent plusieurs litres de lait dans l'incroyable réservoir dont ils

sont pourvus. On cite des chèvres ainsi conformées qui fournissent jusqu'à 5 litres de lait dans le cours de la journée. Ces effets curieux de la sélection s'observent aujourd'hui sur la plupart de nos races animales domestiques, dont ils transforment, suivant nos désirs et nos besoins, la taille, les organes, les aptitudes et les produits. C'est ainsi que l'on cite des vaches laitières qui ont fourni jusqu'à 36 et même 40 litres de lait en 24 heures ; mais on ne franchit pas de la sorte les limites de la sécrétion physiologique du lait, sans porter atteinte à ses qualités ; il perd une partie des principes qui le font rechercher comme aliment : il devient plus léger, plus séreux et inférieur de tout point au lait d'une vache moyenne laitière. On peut dire d'une manière générale, que la richesse intrinsèque du lait est en raison inverse de l'abondance avec laquelle il est sécrété. C'est un principe dont les vaches arabes rendent la vérification facile : on sait qu'elles produisent peu, de 4 à 6 litres, mais le lait vendu par les indigènes dans les rues d'Alger est incomparablement plus crémeux que celui des laiteries. Lorsque l'on parvient à soumettre les vaches arabes à la stabulation, leur lait conserve encore sa supériorité et, à régime égal, l'emporte sur les bretonnes, excellentes laitières, dont la réputation est faite et dont l'importation a rendu les plus grands services au voisinage d'Alger, dans tous les vallons où l'on prend soin d'entretenir du fourrage vert, durant toute l'année. Toute proportion gardée, les mêmes faits s'observent à l'égard des chèvres, et la confiance qu'inspire cette présentation faite chaque matin à domicile a certainement encouragé la production d'un lait médiocre et le développement d'une espèce de chèvre dont l'unique vertu est d'augmenter les profits du propriétaire aux dépens du consommateur. Si le lait de chèvre se débitait en ville de la même manière que le lait de vache, le contrôle

également exercé sur l'un et sur l'autre aurait bien vite éclairé le public sur ses véritables intérêts ; sous peine de tomber dans le discrédit, les chevriers seraient obligés de préférer les espèces qui donnent une honnête quantité de bon lait et de renoncer insensiblement à l'espèce qu'ils exploitent aujourd'hui.

Cette mesure aurait encore plusieurs avantages ; elle ferait disparaître des rues d'Alger une cinquantaine de troupeaux qui les embarrassent chaque matin. Les sentiers des environs de la ville, délicieuses promenades d'autrefois, que les anciens habitants se souviennent d'avoir vus, en toute saison, si verts et si ombragés, ne seraient plus ravagés par la dent de ces animaux, si meurtrière pour les plantations et pour les arbres eux-mêmes. Renfermées à l'étable, ou bien dans des propriétés closes, elles ne se glisseraient pas incessamment dans le champ voisin et jusque dans les jardins les plus soignés, où elles causent, en quelques instants, un dommage incalculable. Les chevriers seraient contraints d'améliorer leur culture pastorale, par trop primitive, c'est-à-dire de renoncer au système de dévastation qui attriste les environs et s'étend jusqu'aux portes de la ville.

Certes on a eu tort de ne pas soumettre, dès le principe, les chevriers d'Alger aux règlements adoptés dans d'autres villes, où malgré l'usage exclusif du lait de chèvre, la circulation de ces animaux et leur libre pacage sont également interdits. Mais les concessions qu'on a pu croire nécessaires à une époque où manquait le lait de vache, ne sont plus aujourd'hui que des sources d'inconvénients, d'abus de tout genre et de délits insaisissables.

Ce qui rendrait encore ces réformes opportunes, c'est que le dosage des principes chimiques qui constituent le lait, la constitution de ses propriétés, tout ce qui concerne

la surveillance publique, en un mot, la police de cet aliment, ont fait, dans ces dernières années, de grands progrès. Il faut relire les travaux de nos principaux hygiénistes pour se faire une idée de leurs préoccupations à cet égard. A Paris, cette question a été à l'ordre du jour, pendant bien des années. Malgré des efforts ingénieux et persévérants, aucun des observateurs qui se sont livrés à cette étude n'a eu le mérite de résoudre entièrement le problème. Mais quelques-uns (Quevenne, Donné, Marchand) ont imaginé des moyens de contrôle dont la réunion et l'application méthodique permettent de saisir et de mesurer la fraude.

Il y avait, en ce qui concerne Alger, une grande difficulté à écarter : l'acclimatation de diverses espèces laitières, empruntées à la France, à la Suisse, à l'Angleterre, à l'Espagne et à l'Italie s'obtient sans peine et donne de beaux profits. Il en est résulté que l'importation du bétail étranger s'est faite d'elle-même, pendant qu'on en discutait le principe et qu'on en contestait les avantages. Les faits ont progressé rapidement et l'on rencontre aujourd'hui, dans une même localité, ainsi aux environs d'Alger, les types les plus dissemblables, obtenus par importation ou par croisement. A cette diversité de races, s'ajoute la diversité du régime alimentaire. Il y avait à rechercher si des conditions variables presque à l'infini n'influaient pas sur les qualités du lait, et s'il serait encore possible d'y reconnaître une composition moyenne qui permettrait d'en contrôler la pureté et d'en faire la police. Il était essentiel de ne pas contrarier, par des prescriptions hygiéniques trop étroites, la spontanéité du mouvement agricole le plus intéressant et peut-être le plus utile qui se soit produit en Algérie. Il est vrai que le climat fait sentir son influence sur les espèces laitières importées en Algérie ; mais cette influence s'exerce toujours dans le même sens. Leur lait acquiert générale-

ment plus de richesse ; il se concentre en quelque sorte et se rapproche du lait des vaches indigènes. Il s'ensuit qu'en adoptant les mêmes limites qu'en France, pour fixer la proportion des principes alibiles, beurre, caséum et sucre de lait, que la consommation est en droit d'exiger, on laisse au producteur algérien toute la sécurité désirable.

D'ailleurs, il est à remarquer qu'à Alger, comme à Paris, la fraude est peu compliquée ; les laitiers qui trompent le public algérien (le nombre en est grand) écrèment le lait du soir, et ajoutent plus ou moins d'eau au lait du matin. Quelques-uns pratiquent cette double et coupable manœuvre sur le même lait, c'est-à-dire qu'ils ne se contentent pas d'enlever la crème qui s'est rassemblée, après sept ou huit heures de repos ; ils ajoutent encore de l'eau au lait écrémé. En agissant ainsi, ils sont sûrs de l'impunité, parce que la police, d'ailleurs très-active, emploie encore à Alger un instrument de contrôle insuffisant et dont l'infidélité est notoire.

L'aréomètre ou pèse-lait dont les agents de surveillance se servent fait bien connaître la densité du liquide, et si l'on enlève d'abord la crème qui est la partie la plus légère, la densité du lait se trouvera augmentée d'une quantité que l'instrument indique avec assez d'exactitude. Mais si l'on ajoute de l'eau, en proportion suffisante, après la soustraction de la crème, le lait reviendra à sa densité première. Ainsi du lait pesant 1,031, pèsera, je suppose, 1,035 après l'écémage ; mais, par une addition d'eau convenable, il sera ramené à 1,031 ; la réunion des deux fraudes assure, comme on le voit, l'impunité du délinquant.

Aujourd'hui, une analyse rapide et complète permet d'apprécier l'état du lait et de déterminer avec certitude la nature de la fraude. A Paris et dans les principales villes de France, on a renoncé à l'emploi du pèse-lait, on a re-

cours à des moyens de contrôle qu'il serait peut-être urgent d'appliquer aussi à Alger et dont les garanties sont tout à fait rassurantes.

Toutefois, Millon n'hésite pas à déclarer qu'il y aurait des inconvénients à s'opposer à la vente du lait écrémé. Ce lait, qui trompe si bien, en ce moment, la plupart des consommateurs algériens, constitue encore un aliment sain et agréable. D'autre part, l'usage de la crème est nécessaire à l'exercice de quelques industries de luxe qu'il faut se garder de contrarier : le crémier, le pâtissier et le cuisinier, occupés à satisfaire des palais délicats, ne peuvent pas se passer de l'usage de la crème. Il faut donc autoriser la vente du lait écrémé, quand ce ne serait que pour avoir de la crème au service de ceux qui ont le moyen de la bien payer ; mais il ne faut pas qu'il soit vendu comme du lait pur, et surtout au même prix que du lait pur. Qu'il soit offert au public pour ce qu'il est, ou bien avec une qualification particulière, inscrite sur les récipients qui le contiennent. Il y aura du lait pour toutes les bourses, et plus d'un consommateur y trouvera son compte.

D'un autre côté, le débitant ne sera plus poussé par la nécessité de se défaire du lait écrémé, et de satisfaire à tous les goûts, à la position humiliante et dangereuse qu'il accepte trop souvent aujourd'hui et qui l'expose aux sévérités de la loi en même temps qu'à la déconsidération près de ses clients. La loyauté des transactions est immédiatement et directement profitable à tous ceux qui y participent ; mais elle agit surtout sur les sources mêmes de la production, et maintenant le meilleur moyen de favoriser la réforme agricole qui a entrepris de substituer dans Alger, et bientôt sans doute dans toutes les villes de l'Algérie, le lait de vache au lait de chèvre, c'est de bannir la fraude de son marché.

C'est là un digne encouragement à donner à une bonne et intelligente culture. Par les chiffres de consommation indiqués plus haut, en constatant qu'un habitant d'Alger consomme dix fois moins de lait qu'un habitant de Paris, on se fera une idée de ce que les éleveurs qui s'attachent à perfectionner et à multiplier les espèces laitières peuvent oser et attendre de l'avenir. Au reste, c'est dans cette voie et dans cette voie seule que le prix du lait, déjà réduit par l'introduction des vaches laitières, supportera une baisse nouvelle, sans que les intérêts agricoles qui s'y engagent se trouvent le moins du monde compromis.

En terminant cette intéressante notice, Millon présente une dernière remarque ; elle est relative à la mortalité particulière dont seraient frappés les enfants qui naissent, en Algérie, du père et d'une mère venant du nord de l'Europe. Cette mortalité, dit-on, a été considérable ; déjà les proportions sont moindres. Millon ne songe pas à résoudre ici, d'une manière incidente, une question aussi complexe. Mais qu'on tienne compte de la rareté du lait, de son extrême cherté au début, et combien de fois ne sera-t-il pas arrivé à une jeune mère, fatiguée par la maladie et atteinte par la misère, de ne pouvoir pas payer le lait nécessaire à la vie de son enfant ? Combien de fois n'en n'aura-t-elle pas acheté une quantité insuffisante ? Combien de fois n'aura-t-elle pas donné son dernier sou pour un peu de lait frelaté ?

Dans les villes algériennes, au milieu des perturbations de fortune, des ruines et des misères incalculables, résultant du choc et du mélange même de deux civilisations différentes, les prescriptions hygiéniques et économiques se mettent au premier rang ; Millon pense qu'il faut travailler surtout à assurer l'abondance, la qualité et le bon marché des denrées alimentaires ; il entend par bon mar-

ché l'équilibre maintenu entre le prix que reçoit le producteur et le prix que paye le consommateur.

Encore, quoi qu'on fasse, ne préviendra-t-on qu'une partie des maux de tout genre qui s'abattent toujours sur deux sociétés mises violemment en contact et repercutent leurs effets les plus affligeants sur l'enfance.

CHAPITRE II

PROBLÈME ÉCONOMIQUE ET AGRICOLE DE L'ALGÉRIE.

(1862.)

§ I. — Situation.

« Lorsqu'il s'agit de savoir ce que l'Algérie doit devenir, entre les mains de la France, et quelles sont les meilleures destinées à lui assurer, il est bien permis d'énumérer les difficultés et les obscurités de la situation. C'est là une tâche utile et pleine d'intérêt : elle a été remplie tout récemment au milieu du Sénat avec un talent justement apprécié.

» Mais est-ce bien le moyen de caractériser la question algérienne, et cette situation difficile et obscure est-elle particulière à l'Algérie ? Est-il aujourd'hui un seul état de société qui ne présente de nombreux problèmes à résoudre ? La réponse à ces demandes est si simple qu'on me dispensera de la faire, et ces courtes remarques suffiront pour m'autoriser à suivre une autre méthode qui consiste à réunir plusieurs traits de lumière et à en former quelques faisceaux que je dirigerai sur les points essentiels de la question algérienne. Je m'attacherai à n'exposer que des faits notoires : mais en les mettant à leur place et en recherchant leur degré d'importance, je parviendrai, je l'espère, à des conclusions qui, pour être évidentes, sembleront encore bien assez neuves.

» A mon avis, il importe, en premier lieu, d'examiner ce que l'Algérie est devenue, depuis notre conquête, et quel est aujourd'hui son titre, par rapport à la France et à

l'Europe ; en second lieu, il faut se rendre compte de ses ressources en production, de ses forces vives ; enfin, dès que nous saurons ce qu'elle est et ce qu'elle peut être, nous aurons peut-être la chance de découvrir ce qu'il faut faire.

» *Ce que l'Algérie est devenue depuis la prise d'Alger.*— Depuis que la prise d'Alger nous a conduits, peu à peu, à l'occupation générale de l'Algérie, il s'est fait une révolution dans les moyens de communication dont la France dispose ; dans cet intervalle de trente-deux ans, le télégraphe électrique a été inventé, la mère-patrie s'est couverte d'un réseau de chemins de fer ; la navigation s'est transformée par l'usage plus répandu de la vapeur ; les lazarets ont dû renoncer à des règlements surannés et le régime même de la douane s'est adouci.

» Durant les dix premières années de la conquête, ceux qui ont traversé la France pour se rendre en Algérie se souviennent des lenteurs et des fatigues de ce voyage : le lazaret de Marseille les attendait, au retour, pour mettre le comble aux retards et aux ennuis.

» Le transport des marchandises, livré aux bâtiments à voiles, offrait encore plus d'incertitude que celui des passagers.

» Aujourd'hui, tous ces transbordements se sont réglés et accélérés au point que les principaux ports du littoral algérien communiquent avec la métropole plus promptement que ne le faisaient, il y a quarante ans, Bayonne, Brest, Strasbourg, Limoges, Toulouse, Avignon, etc.

» Lorsque la ligne intérieure des chemins de fer algériens sera exécutée, la France possédera en face de Toulon et de Marseille la plus riche bande de terre cultivable qu'on puisse tailler sur les côtes de la Méditerranée, environ deux fois l'étendue de la Provence, du Roussillon et du Languedoc

réunis, à une distance beaucoup moindre que celle à travers laquelle on correspondait de Paris avec ces anciennes provinces de la France.

» Si la distance d'une terre conquise suffit pour la constituer en colonie, l'ancienne Régence aurait mérité ce titre pendant quelques années, mais il aurait cessé depuis assez longtemps de lui convenir. Cette circonstance de l'éloignement primitif, si importante pour les relations des deux pays, a certainement beaucoup réagi sur les idées qu'on applique à l'Algérie. Les faits se sont modifiés très-vite, mais les idées ont marché plus lentement, ce qui n'est pas habituel, et comme ces idées ne correspondent plus avec des faits exacts, elles deviennent de jour en jour plus fausses et plus dangereuses.

» L'Algérie n'est plus à la distance ordinaire des colonies. Trouve-t-on dans l'état de son sol et de sa population, dans son climat, dans ses productions les signes de son aptitude coloniale ?

» Sur ces questions très-complexes, confondues les unes dans les autres et longtemps indécises, l'observation et l'expérience ont fini par fournir des renseignements d'une grande clarté.

» Sans vouloir dire ce qu'on doit entendre par colonie, et en laissant de côté les recherches d'une définition rigoureuse, nous comprendrons bien par quelques indications sommaires la nature économique et politique de l'Algérie. Ainsi remarquons que la terre y était généralement occupée, au moment de la conquête ; la population arabe et kabyle était répandue partout : elle y exploitait le sol depuis des siècles, et si ses titres de propriété étaient divers, ainsi qu'on l'observe encore dans la plupart des sociétés modernes, la présence permanente d'un peuple cultivateur et pasteur est un fait incontestable. Ce n'étaient point des

contrées libres et désertes, comme on en a trouvé et comme on en trouve encore en Australie, en Californie et dans diverses régions du globe.

» On n'était pas non plus en face d'une race indigène inférieure, facile à refouler, comme dans plusieurs contrées de l'Amérique, ou disposée à s'annihiler comme dans quelques contrées de l'Inde.

» Quant au climat, il est loin d'avoir le caractère excessif que la méconnaissance la plus complète de l'hygiène lui avait fait attribuer. Cette terre sur laquelle il était impossible, disait-on, d'acclimater les habitants de l'Europe, rivalise aujourd'hui avec les stations privilégiées, Nice, Florence, Naples, Madère ; c'est d'abord la douceur de l'hiver qui a dirigé sur Alger un essaim de touristes et de valétudinaires ; aujourd'hui ces derniers préfèrent encore quelquefois y passer l'été, tant il est facile de trouver dans le Sahel et même sur d'autres points d'une élévation moyenne, durant les mois les plus chauds de l'année, une température égale à celle qui s'observe en France.

» Sans doute, on trouve en Algérie l'équivalent de la Solagne, des Landes, de la Dombes et de la Crau, c'est-à-dire de grandes étendues de terre sur lesquelles les forces de l'homme ont à lutter avec les maléfices du ciel et du sol conjurés contre lui ; mais, en Algérie aussi bien qu'en France, l'Européen a déjà vaincu ces rudes ennemis de son occupation ; il suffit de nommer Bouffarick, placé au milieu de la Mitidja, pour en donner un exemple.

» En résumé, si l'on excepte d'une part les hauts plateaux qui se couvrent de neige en hiver, ce qui est un fait d'altitude, et d'autre part les régions sahariennes pour lesquelles on a toujours besoin d'une mention particulière, on peut dire d'une manière générale que l'Algérie est une Provence où il ne gèle pas.

» Les erreurs commises sur le climat en ont entraîné d'assez grandes sur les productions du sol : sans vouloir jeter la condamnation sur tant d'efforts ingénieux pour enrichir l'agriculture algérienne et pour y introduire les plantes coloniales, on peut dire sommairement que les cultures tendent de plus en plus à se mettre en harmonie avec le climat, et que la production des céréales, du bétail et des fruits garantissent surtout à l'Algérie la richesse de son avenir.

» La nature des produits agricoles détermine, dans la question de main d'œuvre et d'échange, des effets et des règles qui se reconnaissent mieux de jour en jour ; ainsi, les denrées de consommation, même celles qui sont indigènes, atteignent sur tout le littoral algérien le prix régulateur des marchés du midi de la France, et le taux des salaires s'élève dans la même proportion. Cela signifie qu'en Algérie comme en France le travail et l'ordre conduisent au bien-être. Certes, il ne faut pas s'en plaindre ; mais cela signifie également que le caractère original qu'on attribuait volontiers à l'Algérie s'efface de plus en plus, et que, vûe de près, elle ne montre plus cette figure de colonie qu'on imagine. Les mots ont tant d'influence sur les idées et sur la conduite des hommes, et celui de colonie, appliqué à l'Algérie, est si contraire à tous les faits de situation, de climat, de sol, de race, de production, de travail et d'exploitation, que je voudrais le réfuter et le combattre jusqu'à l'effacer.

» Pour indiquer une ressemblance et une comparaison utiles, il faudrait se rappeler quelque province limitrophe, récemment soumise à la France et dans laquelle l'impuissance des moyens agricoles existants tient à une population pauvre, ignorante et clair-semée. Il y a dans cette situation des motifs pour faire appel à la spéculation intelligente et aux cultures progressives, mais ce n'est pas le cas de comp-

ter sur un grand mouvement d'immigration ; la colonisation de l'Algérie ne se fait pas et coûte cher lorsqu'on l'implante de force parce que l'Algérie n'est pas une colonie : elle le deviendrait moins chaque jour si elle l'avait jamais été.

» Les déplacements intérieurs de la population d'un même empire se font toujours lentement et difficilement. Il est quelquefois plus facile de constater le fait que d'en déduire les raisons. Mais le fait me suffit, comme enseignement et démonstration.

» Contentons-nous d'avoir conquis, en face de Marseille, sur l'autre bord de la Méditerranée, la plus vaste et la plus riche province que la France ait jamais été en droit de s'approprier.

» Si j'ai bien défini l'Algérie, on admettra certainement qu'elle est aujourd'hui, par rapport à la France, ce que furent, à la veille de leur annexion la Franche-Comté, l'Alsace et la Corse : la relation politique est même infiniment meilleure. C'est avec dessein que j'ai dit annexion ; assimilation est un mot élastique, avec lequel on a toujours l'air d'être d'accord sans parvenir à s'entendre. En France, nous savons maintenant ce que veut dire annexion ; c'est là une idée droite, précise, bien arrêtée et qui me convient. Aussi la discuterai-je sur-le-champ, sans chercher le moins du monde à couvrir les obstacles qu'elle doit rencontrer.

» L'annexion de l'Algérie donnerait à la France une population musulmane dont il faudrait concilier la législation, qui a souvent le caractère de préceptes religieux, avec le Code Napoléon. Ici même reparaît, à un autre point de vue, la question de race, parce qu'il semble différent de fusionner ou d'utiliser la population arabe.

» Ce sont, à coup sûr, des difficultés manifestes, mais pour les écarter, je suivrai toujours la même méthode ; j'aurai recours à des faits simples, évidents, avérés ; j'invoquerai

les annales judiciaires de l'Algérie, où je découvrirai d'innombrables décisions dont il est facile d'apprécier la portée.

» Depuis trente ans, non-seulement les peines édictées par notre Code pénal ont été substituées aux peines établies par le Prophète ou par ses successeurs, mais encore des faits qui n'étaient point réprimés par le droit musulman ont été punis d'après nos lois.

» La compétence et les attributions des magistrats indigènes ont été profondément modifiées et notre juridiction a été substituée à celle des Medjélès. Bien loin de s'en plaindre, les indigènes recherchent avec empressement notre justice. La confiance qu'elle leur inspire est attestée par le nombre considérable d'affaires portées devant nos juridictions, depuis le décret du 31 décembre 1859, qui a rendu les tribunaux et la cour, juges par appel des décisions des kadis. Faire juger des musulmans par des infidèles, n'est-ce pas en apparence la plus grave atteinte au sentiment religieux des Arabes ? Cependant, nous voyons, tous les jours, les indigènes donner leur sanction à cette innovation, faire réviser par les magistrats français les jugements de leurs coreligionnaires et nous demander d'interpréter la loi établie par Mohammed.

» Pour exposer les effets du développement de notre juridiction parmi les populations indigènes, il faudrait adopter un plan : le meilleur consisterait à mettre les principales dispositions du Coran et de la législation musulmane en regard des dispositions correspondantes du Code Napoléon et de la législation française ; les décisions introduites par nos tribunaux compléteraient ce rapprochement.

» Cette étude si simple est très-attachante ; elle a été faite avec soin (1), et, bien qu'elle ne soit point publiée, j'ai pu en

(1) *Esquisse sur la législation musulmane comparée au droit français, en ce*

lire l'exposition ; il me suffira d'en indiquer les principaux résultats pour montrer à quelle profondeur la législation française nous a fait pénétrer dans la société musulmane.

» Pour fixer ensuite les idées, je dirai sommairement qu'en ce qui concerne la propriété immobilière, il reste déjà peu de chose à faire pour la soumettre entièrement à notre législation. En général, tant qu'il s'agit des biens, les principes du droit musulman diffèrent peu des principes du droit français ; aussi à cet égard la promulgation du Code Napoléon ne saurait-elle soulever des objections sérieuses.

» En ce qui concerne l'état civil, il n'en'est plus de même ; on observe des différences essentielles qu'il serait impolitique de faire cesser brusquement. Cependant notre action s'est quelquefois portée de ce côté au delà de notre intention, et des effets que nous n'avions certainement pas prévus ont été acceptés sans murmure : je citerai, à ce sujet, l'abolition de l'esclavage. Ce n'est pas seulement la propriété musulmane qui a été frappée ; la constitution de la famille elle-même était grandement intéressée au maintien de l'esclavage, puisque les enfants du maître et de la femme esclave naissaient libres et avaient les mêmes droits que les enfants légitimes. Et le fait de l'émancipation touchant d'autant plus aux liens de la famille que, dans le droit musulman, l'enfant illégitime demeure tel, malgré le mariage subséquent de son père et de sa mère.

» Nous avons garanti aux musulmans l'exercice de leur religion, la liberté absolue de prier et d'honorer Dieu suivant les prescriptions du Prophète, ce qui nous est naturel, avec la liberté de conscience que proclament nos constitutions depuis 1789. Les Arabes savent déjà, par expérience,

qui concerne la propriété et les personnes, par M. E. Durand, avocat général à la Cour impériale. (Inédit.)

que ce respect de la liberté des cultes n'est pas un vain mot pour nous, et il nous sera bien plus facile aujourd'hui de saisir les dispositions du droit musulman qu'il faut conserver intactes parce qu'elles sont d'essence religieuse ; le nombre en sera si restreint que nous nous rapprocherions encore beaucoup, après l'annexion d'un peuple musulman, de l'unité de législation que les autres nations nous envient. Après tout, cette œuvre de conciliation ne répugne pas autant qu'on le croit à l'unité politique et administrative ; car pendant de longs siècles la France a été grande, alors que des différences notables séparaient les législations particulières de chaque province.

» La dernière objection à laquelle je m'arrêterai est celle que soulève la différence des races. Il y a des savants tellement habiles à reconnaître à la plus simple inspection l'origine et la qualité d'une race, qu'ils sont aussi sûrs que pouvait l'être Noé lui-même de la descendance et de la filiation de chaque homme. Ils savent peser dans les veines d'un individu la moindre goutte de sang et en faire l'attribution à Sem, Cham ou Japhet.

» En Algérie, où nous vivons déjà depuis assez longtemps au milieu de races très-distinctes, nous sommes moins savants et moins habiles, et surtout nous hésiterions beaucoup sur la valeur sociale qu'il faudrait assigner aux différents types que nous y reconnaissons.

» L'ingénieur anglais chargé de diriger les travaux du chemin de fer d'Alger à Blidab, employait quinze cents ouvriers dont la majorité était composée d'indigènes, maures, kabyles ou arabes. Les indigènes fournissent aussi leur contingent au chantier du boulevard de l'Impératrice dont les vastes constructions sont confiées au même ingénieur, et celui-ci déclare qu'il n'a jamais eu de meilleurs ouvriers, soit en Angleterre, soit ailleurs. Ils sont sobres et dociles ;

en été, ils résistent mieux que les Européens à la chaleur et à la fatigue ; comme manœuvres et terrassiers, ils ne laissent rien à désirer, et il est indubitable que lorsque leur initiation au service des chantiers sera complète, ils s'emploieront indistinctement à tous les travaux.

» Dans un collège arabe que possède la ville d'Alger, les enfants de nos colons sont confondus avec les enfants de nos tribus ; il y en a plus d'une centaine et à peu près même nombre de chacune des deux catégories ; malgré la comparaison suivie depuis plusieurs années, on ne trouve pas une nuance entre le degré d'aptitude des uns et des autres. Sur les champs de bataille, où les conduit aujourd'hui l'honneur de la France, ils se battent bien et nous n'avons pas reconnu leur sang du nôtre.

» Est-ce dans de pareilles conditions qu'il pourrait y avoir mésalliance entre le peuple français et le peuple arabe, et que l'annexion franche de ce dernier soulèverait des scrupules ? Je ne le crois pas.

» Il y aura des limites topographiques à déterminer dans l'annexion ; comme elle repose sur le voisinage de la France, sur la rapidité des communications, sur la nature du sol, du climat et des productions, dès que tout cela change radicalement, il n'y a plus aucun motif d'invoquer les principes de l'annexion. Aussi conviendra-t-il de conserver vers le Sud, en deçà des oasis, à quelque distance des lignes intérieures du chemin de fer algérien, une région dont le régime politique sera convenablement adapté à la prédominance des races africaines et à leur dissémination particulière sur de grands espaces.

» Peu importante aujourd'hui par le chiffre de ses habitants et par la valeur de ses produits, cette immense circonscription, dans laquelle se trouve une partie du Sahara, est

si fortement caractérisée qu'elle nous oblige à une restriction.

» Là cesseront les nouveaux départements algériens, incorporés à l'Empire par voie d'annexion ; là commencera l'Algérie africaine. Comme ces deux régions dissemblables se touchent et comme la contiguïté est un fait prépondérant dans la classification et dans les rapports des deux contrées, l'Algérie française et l'Algérie africaine formeront un grand ensemble administratif ; ce sera le royaume d'Algérie qui se constituera logiquement.

» La réunion du nouveau royaume à l'ancien royaume de France est le résultat d'affinités économiques et politiques que le temps et les progrès de la civilisation ont pris soin de développer et de rendre évidentes ; c'est aussi la juste récompense de sacrifices de tout genre que la France a faits pour la cause de l'humanité indignement outragée par l'ancienne Régence. »

§ II. — Production et forces vives de l'Algérie.

« Les différences d'altitude et d'exposition, le voisinage ou l'éloignement de la mer, l'influence régnante de certains vents et l'effet des abris, l'absence ou l'abondance de l'eau d'irrigation, la richesse ou l'épuisement du sol, la profusion ou le manque d'engrais, enfin l'esprit de routine le plus invétéré, persistant quelquefois à côté d'essais agricoles sans nombre et sans fin, telles sont les circonstances qui jettent sur les productions de l'Algérie une diversité et une confusion, une incohérence et une étrangeté d'abord indéfinissables ; l'incertitude, la défiance et l'attrait se mêlent dans l'impression toujours vive qu'on reçoit de ce tableau.

» Que l'on énumère les produits du règne minéral ; que on indique l'étendue des forêts et les essences riches et

variées qu'elles renferment ; que l'on dresse la liste des plantes fourragères, des matières textiles, des cultures industrielles, des fruits en tête desquels la vigne et l'olivier occupent une place si considérable, des végétaux destinés à l'alimentation et des produits maraîchiers que l'on connaît déjà sur les marchés de Paris ; que l'on mette en relief les qualités des races animales propres au pays, le cheval, l'âne, le mulet, le chameau, le porc, la chèvre, le mouton ; que l'on rappelle l'existence de l'abeille, l'introduction de la cochenille, l'élève des vers à soie du mûrier et l'importation facile des autres espèces séricifères ; que l'on termine cette galerie par les végétaux et les animaux susceptibles d'acclimatation, et certainement on conviendra que l'esprit d'observation le plus ordinaire, servi par une imagination quelque peu fertile, puisse arranger ces faits d'une façon merveilleuse et y trouver le sujet de peintures pleines de séduction et d'éblouissement.

» Mais si l'on vient à mesurer et à calculer ces mêmes faits et qu'avec l'attention du spéculateur et de l'économiste, on essaye de les coordonner, au point de vue de leur importance réelle et de leur utilité plus ou moins immédiate, alors on ne rencontre plus les mêmes couleurs sur la palette. On est en face d'une société arabe : elle occupe la plus grande partie des terres et ses procédés agricoles sont ceux qui dominant, qui frappent et attristent. Culture arabe, cela veut dire bétail petit, si on le considère dans l'espèce bovine ; bétail trois fois plus rare qu'en France, pour un parcours égal, si on le considère dans l'espèce ovine ; cela veut dire encore céréales claires dans le sillon, récolte variable et par année même insuffisante.

» Que signifient ces situations contraires, ces oppositions tranchées et tous ces traits de dissemblance, dans une même contrée ? Serait-ce un chaos inextricable ? Nulle-

ment. En tenant compte des dispositions topographiques de l'Algérie et en les combinant avec l'influence que l'état de culture plus ou moins avancée exerce sur la production du sol, on s'explique toutes ces différences.

» Décomposons un instant les forces vives de l'Algérie, ses ressources naturelles et disponibles, examinons à part quelques-uns des éléments qui s'y découvrent et nous parviendrons très-vite à démêler les avantages et les difficultés de la production et sans doute aussi les lois économiques qu'elle subit.

» Arrêtons-nous d'abord sur les céréales dont les deux principales variétés, l'orge et le blé, constituent aujourd'hui, comme par le passé, le fond même de l'agriculture et des richesses algériennes.

» Dans le système de culture que les Arabes adoptent, les conditions primitives du sol sont à peine modifiées par l'homme ; pour les cas les plus simples, le loyer de la terre est réduit à l'impôt, l'incendie des broussailles et des plantes sèches remplace la fumure, et le labour est superficiel à ce point qu'un homme et un cheval préparent jusqu'à un demi-hectare par jour. La récolte n'est plus qu'une affaire de météorologie ; si la pluie tombe à point, le succès est au bout ; le maigre sillon se couvre d'épis et l'économie des opérations en élève beaucoup le profit. Mais dans les années de grande sécheresse, le manque de récolte est absolu.

» Ce degré de culture des céréales tout à fait primordial est bien différent du système de jachères, dans lequel la terre reçoit déjà des avances de fertilité ; c'est le système alternatif si bien décrit par M. de Gasparin, t. V, p. 185. L'homme y succède, au bout d'un intervalle plus ou moins long, à l'action du temps et des éléments. La terre soumise à ce système reste huit années de suite et même plus sans produire. Il en résulte qu'au voisinage de l'occupation

arabe de grands espaces de terrain incultes et abandonnés, en apparence, n'en sont pas moins nécessaires à la subsistance des indigènes.

» L'irrigation de la terre est un moyen de garantir et d'augmenter la récolte des céréales ; il est usité en Sicile, en Espagne, en Égypte et en Amérique. En France même, à Cavaillon (Vaucluse), ce genre de culture se pratique en grand.

» Les Arabes y recourent aussi ; dans la Medjana seule, l'irrigation est appliquée à la culture des céréales sur une superficie de 22 000 hectares. Dans le cercle de Bouçada, 47 500 hectares, dans le cercle de Sétif 3500 hectares, et dans le Hodna 8000 hectares reçoivent la même affectation ; en tout cinquante et un mille hectares pour quatre circonscriptions de la province de Constantine.

» Cet arrosage est pratiqué par les indigènes de temps immémorial. Ils ont même le nom particulier de Djellefs pour désigner les terres non irrigables, consacrées à la culture des céréales. Les Djellefs ne produisent absolument rien, nous l'avons déjà mentionné, si l'année n'a pas été pluvieuse, et malgré cette incertitude ils sont, dans quelques localités, traversés par de grandes rigoles, faites suivant certains plis de terrain et destinées à recevoir les eaux pluviales, dont la chute est ordinairement torrentielle. Toutes ces rigoles se combinent en un réseau dont la distribution est fort intelligente.

» Quant aux terres irrigables, elles prennent quelquefois leur eau à des rivières, à l'aide de barrages formés de bois, de branchages, d'alfa et d'argile. Plusieurs de ces barrages sont très-élevés ; on leur rattache un ou deux grands canaux, se subdivisant en deux ou trois autres canaux moyens auxquels on prend de l'eau, à tour de rôle, par des canaux plus petits encore. Tous ces travaux sont

exécutés par les indigènes, qui en approprient admirablement l'exécution au relief du terrain et s'y entendent si bien qu'entre les Djellefs et les terres irrigables par des cours d'eau permanents, ils utilisent, à l'aide de dispositions variées, toutes les situations intermédiaires dans lesquelles la récolte de l'eau plus ou moins bien assurée garantit plus ou moins la récolte des grains.

» Les eaux pluviales entraînent un limon fertile qui fournit à la terre assez d'engrais pour qu'elle produise une nouvelle récolte, chaque année, sans interruption. Cependant il est quelquefois nécessaire que le sol se repose une année sur trois ou même une année sur deux. Mais ce besoin de repos ne se fait pas sentir lorsque l'eau se répand sur des terres vierges, avant une longue période d'années. Toutefois il est à remarquer que les Djellefs rendent plus que des terrains arrosés, lorsqu'il est tombé beaucoup d'eau et que la distribution des pluies a été favorable à la maturité des grains. De sorte qu'il faut tenir compte, même dans la culture des céréales, de l'épuisement du champ qu'on irrigue.

» Ainsi les Arabes se sont préoccupés des moyens d'accroître et de régulariser la production des céréales : ils ont eu recours à l'irrigation, et, dans ce cas, la construction des barrages se simplifie énormément. Lorsque le débit des eaux se borne aux céréales, il suffit de deux ou trois arrosages, durant les printemps les plus secs, pour que l'orge et le blé arrivent à parfaite maturité. Au printemps, les cours d'eau sont encore grossis par les pluies d'hiver et, avec des travaux peu coûteux, on est certain d'atteindre le but ; que l'on combine ces travaux avec la construction même du chemin de fer algérien, et il y aura telle coïncidence naturelle ou telle corrélation facile à introduire qui réduira encore la dépense affectée à l'aménagement des eaux. Si, au contraire, on exécute le tracé, sans s'inquiéter

de l'amélioration des terres et des cultures le long de son parcours, sans avoir un plan rationnel et des idées bien arrêtées sur ce qu'il faut faire, on reconnaîtra trop tard que le chemin de fer ne profite pas de toutes les richesses des régions qu'il traverse et que, par place, il s'oppose à leur développement.

» Il arrive encore quelquefois que la qualité de la terre réagit contre les influences atmosphériques ; ainsi, de loin en loin, on rencontre en Algérie des bancs d'alluvion, dont l'aspect et la richesse rappellent les terres noires de Russie. Les effets de la sécheresse sont alors moins sensibles et la fécondité suivie du sol tend à se manifester spontanément.

» Ce sont des conditions que les Arabes savent apprécier ; mais, en somme, dans leur production de céréales, la régularité des récoltes est l'exception et l'inégalité la règle : la succession des vaches grasses et des vaches maigres dans le songe de Pharaon est toujours l'allégorie destinée à exprimer, avec vérité, la rotation des bonnes et des mauvaises années et cette donnée traditionnelle s'applique surtout aux grains d'Afrique.

» Un moyen plus général encore que l'irrigation et propre à dissiper l'incertitude des récoltes d'orge et de blé, réside dans l'emploi des fumures, dans les façons plus nombreuses que l'on donne à la terre, à l'aide de meilleurs instruments ; enfin dans l'adoption des assolements. C'est un résultat qui s'observe déjà de plus en plus autour des principaux centres de population. Aux environs d'Alger, les propriétaires bien avisés qui ont compris l'importance des céréales et savent en diriger la culture, commencent à imposer à leurs fermiers l'obligation de fumer la terre et vont jusqu'à fixer dans leurs baux la quantité de fumier nécessaire. Ils augmentent ainsi le produit des bonnes années et effacent de plus en plus l'influence des mauvaises.

» On entre de cette façon dans un système d'agriculture perfectionnée qui suppose avant tout la production abondante et l'emploi judicieux des engrais. C'est là un progrès important, mais local, borné au voisinage des villes.

» Ce sera sans doute un immense bienfait d'amener les indigènes à imiter les Européens et à cultiver les céréales de la même manière ; mais il n'y a pas d'efforts ni de volonté humaine qui puissent improviser un pareil état de choses. Qu'on mette entre les mains des indigènes une charrue plus forte, qu'on obtienne d'eux des labours plus profonds, et que les pluies viennent ensuite à temps, ils feront sans doute une première récolte plus abondante que toutes celles qui ont précédé ; mais ce ne sera qu'un bénéfice apparent, parce que cette récolte plus riche tient à l'épuisement du sol. Pour que cette amélioration se maintienne, il faut rendre à la terre ce qu'on lui enlève et, par suite, il faut recueillir les engrais, les distribuer, donner de nouvelles façons aux champs, augmenter le bétail, lui construire des abris, le soumettre à la stabulation et lui donner de la litière, faire provision de paille et de foin, fixer les Arabes dans des habitations salubres, et faciliter le transport et l'échange de leurs denrées, en toute saison, en créant des voies de communication.

» A ces conditions, la terre rendra sept ou huit fois autant, et l'on conçoit que sur une portion très-réduite de l'espace qu'il occupe aujourd'hui, le cultivateur indigène trouvera encore une existence infiniment plus douce et plus aisée que celle dont il jouit. Mais si l'on se borne à diminuer la terre actuellement attribuée aux indigènes, sans compensation d'aucun genre, il est bien certain qu'au lieu de les solliciter au progrès, on les privera d'une partie des moyens qui pourraient les y conduire.

» Cette évolution agricole si désirable et même si néces-

saire se fera plus ou moins vite, suivant qu'on appliquera des ressources plus ou moins puissantes à une situation très-médiocre qu'il est du devoir de la France de changer, mais qu'avant tout il ne faut pas aggraver.

» Sans insister davantage sur cet ordre d'idées, qui sera repris plus loin, il suffit d'indiquer ici que, pour augmenter et régulariser la récolte des grains, on peut agir de deux manières qui consistent, l'une à accroître les irrigations et l'autre à transformer le régime cultural des indigènes ; ce qui se réduit, dans les deux cas, à l'exécution de travaux bien conçus et à une dépense d'argent bien faite.

» Avant de quitter cette question des céréales, n'oublions pas que l'état de siccité dans lequel on récolte les grains d'Afrique les rend admirablement conservables ; c'était à la faveur de cette qualité des grains que les Arabes parvenaient à se soustraire aux effets de la disette. Ils emmagasinaient et accumulaient dans leurs silos d'énormes quantités de grains, représentant jusqu'à sept ou huit années de leur consommation. Cet ancien système d'approvisionnement a été attaqué et modifié par des considérations particulières ; on a vu avec plaisir les Arabes vider leurs silos, on les y a même incités, lorsqu'ils n'étaient déjà que trop disposés à le faire, en présence du prix élevé que leurs blés trouvaient sur les marchés de France.

» Après avoir eu l'allèchement de plusieurs années d'abondance, ils supportent, depuis 1859, l'épreuve d'années contraires, dont la succession non interrompue ne facilite pas la tâche de l'administration algérienne. Mais ils ont apprécié les ressources de nos habitudes commerciales et ils s'y engagent de plus en plus.

» Toutefois, la siccité propre à nos grains et leur aptitude à se conserver spontanément constituent un fait considérable, aujourd'hui revu et confirmé par la science et appliqué

déjà par l'administration de la guerre sur la plus large échelle. Il est présumable que l'agriculture algérienne possèdera la première, dans la consignation de ses grains, des ressources de crédit qu'un climat plus humide a refusé, jusqu'à ce jour, aux désirs des gouvernements les plus riches et les plus avancés, à la France elle-même.

» Les problèmes qui se rattachent aux races animales domestiques de l'Algérie ont déjà reçu la solution la plus satisfaisante pour quelques-unes d'entre elles : ainsi, en ce qui concerne le cheval et le mouton, leur éducation et leur perfectionnement sont des faits tellement naturels au pays qu'on est arrivé dès aujourd'hui à des résultats dont on ne saurait nier la valeur.

» La production du cheval arabe, dirigée suivant les meilleurs errements connus, est destinée à prendre place parmi les bonnes spéculations ; son accroissement de taille, sous l'influence d'une alimentation plus succulente, dépendra sans doute de l'ensemble des améliorations agricoles. En attendant, le régime actuel, suivi de tout temps par les Arabes, offre tant d'analogie avec le régime des chevaux de l'armée que la conquête de l'Algérie a presque aussitôt doté la France d'une race acquise, solide, maintenant éprouvée par nos propres guerres, et rangée désormais à la tête de toutes les autres, comme monture de selle et de combat.

» L'élève des moutons est bien la source de bénéfices la plus certaine à laquelle on puisse recourir : il n'y a qu'une voix pour témoigner en sa faveur. Qu'il s'agisse de la multiplication rapide de l'espèce, de son amélioration par des choix judicieux ou par des croisements ; que les troupeaux soient formés sous la direction de l'État ou par les soins de simples particuliers ; que la chair soit destinée à la consommation locale ou à l'exportation, on n'a constaté jusqu'ici que des résultats satisfaisants : colons et indigènes s'en

trouvent également bien ; l'Algérie n'a pas eu jusqu'ici d'industrie plus encourageante.

» Le métissage heureux des mérinos de la Crau avec les bêtes ovines indigènes, déjà perfectionnées par voie de sélection, communique au lainage le degré de finesse qui est le plus recherché par les manufacturiers. La toison arabe, à laquelle on a dû faire de justes reproches, promet de fournir, dans un avenir assez prochain, l'une des meilleures laines connues.

» L'impôt indigène est perçu à raison de dix millions de bêtes à laines, ce qui suppose une bête ovine par quatre hectares. Il y en a trois fois plus en France, où les cultures intensives réduiront de plus en plus les espaces nécessaires au pacage des moutons, et l'industrie nationale achète encore annuellement à l'étranger une quantité de laine qui représente une valeur approximative de soixante millions de francs. On voit par là quel essor doit prendre, en Algérie, l'élevage de la race ovine.

» Ces opérations seront d'autant plus profitables qu'on les abordera immédiatement avec des moyens d'exécution plus complets et plus puissants. Étendue et variété de parcours, provision alimentaire mise en rapport avec la destination, abri suffisant avec litière, ce sont là des conditions élémentaires, bien simples et qui ont été rarement réunies ; aussi est-il présumable que dans l'avenir et pour longtemps encore les bénéfices d'une entreprise bien conçue iront en croissant et surpasseront ceux qu'on réalise déjà d'habitude.

» En ce qui concerne l'espèce bovine, la colonisation commence à peine à modifier l'ancien état de choses.

« En examinant cet hiver (1857), déclare M. Richard (du Cantal), l'espèce bovine de l'Algérie, je l'ai trouvée telle » que je l'ai vue au commencement de la conquête. »

» On n'a cessé de présenter aux colons la race indigène comme destinée à répondre à tous les besoins. D'un autre côté, l'importation des races européennes n'a été ni encouragée ni même approuvée, et par cela même le croisement de l'espèce indigène n'a pu se produire.

» Des essais d'importation qui remontent à 1844 et dans lesquels des colons énergiques et intelligents ont persévéré, avaient appelé, quelques années plus tard, l'attention de M. le maréchal Vaillant, alors ministre de la guerre. La Société d'acclimatation de Paris, qui eut connaissance de ces mêmes faits, les fit examiner par deux de ses membres très-compétents, MM. Richard (du Cantal) et Albert Geoffroy Saint-Hilaire.

» Sur leur rapport, la Société décerna, en 1857, l'une de ses plus grandes récompenses à MM. Trottier et Letheule, auteurs de ces essais.

» Aujourd'hui les faits du même genre sont de plus en plus nombreux. Il devient bien difficile de contester pour plusieurs cas, les avantages de l'importation et les effets heureux du croisement. Mais en se multipliant, les résultats nouveaux se sont mieux définis et l'importance qu'ils tendent à acquérir ne diminue pas le mérite de l'espèce bovine indigène.

» Que l'on se garde bien de méconnaître jamais les ressources que renferme cette race vivace : elle sait résister à tous les extrêmes; tour à tour aussi sobre et aussi gloutonne que l'Arabe lui-même, indifférente au soleil, au vent, à la pluie, à la grêle, à la neige, elle supporte, à l'air libre, le souffle étouffant du siroco aussi bien que la froidure glaciale des nuits; elle se nourrit d'une paille aride, après avoir vécu, pendant plusieurs mois des meilleurs pâturages; par un merveilleux instinct, elle règle d'elle-même sa gestation sur la marche des saisons, de manière à trouver une herbe

abondante, à l'époque du part. Lait d'une richesse insolite, engraissement facile, ardeur au travail, malgré la maigreur du corps et la maigreur plus grande de la nourriture ; telles sont encore les qualités précieuses qu'il faut reconnaître à la race bovine indigène ; c'est un trésor pour l'Arabe ; si elle n'existait point, par la grâce de Dieu, le premier besoin de l'indigène serait de la créer, sous peine de combler la mesure de ses misères.

» Que le bétail indigène demeure partout où l'agriculture reste aux mains des Arabes ; mais que les Européens qui s'établissent au voisinage des villes, avec la facilité des voies de communication, l'abondance des engrais et les ressources de l'irrigation, comprennent bien que l'adjonction d'un bétail spécial est une des conditions essentielles de leur prospérité. C'est ainsi qu'ils obtiendront du laitage toute l'année, qu'ils auront plus de taille et plus de force dans leurs bêtes de travail et qu'ils abrègeront la durée de l'élevage et de l'engraissement.

» L'importation du bétail n'a pas toujours eu des succès à enregistrer, mais aujourd'hui le problème est définitivement résolu, pour plusieurs races. C'est une opération qui a ses règles et dans laquelle domine encore la question de régime. On peut poser en principe que les races bovines sur lesquelles l'épreuve de l'acclimatation a réussi, n'imposent qu'une seule obligation qui consiste à mêler à leur ration sèche, une provision quotidienne et suffisante de fourrage vert. L'aménagement des eaux est le meilleur moyen de satisfaire à cette obligation, et l'accroissement du bétail nous ramène encore à l'irrigation du sol.

» C'est dans des conditions analogues que se fera le perfectionnement de la race bovine indigène, par elle-même : il y a là une question de temps, aussi bien que de progrès général ; mais cette évolution du bétail, si lente quand on

l'abandonne à elle-même, sera singulièrement favorisée par des croisements judicieux, dont les indigènes mêmes commencent à apprécier les bons effets.

» Les remarques qui précèdent nous semblent destinées à expliquer les contrastes et les mélanges qui s'observent dans l'état actuel du bétail algérien, peut-être aussi seront-elles de nature à diminuer les dissentiments et les incertitudes que provoque cette importante question. Dans tous les cas, constatons que les mêmes moyens qui augmentaient régulièrement la production des céréales conduisent à l'amélioration du bétail. Après avoir garanti la récolte des grains, l'eau ne pouvait pas procurer un plus grand bienfait. Les céréales, le pâturage et le bétail, fournissent en Algérie comme partout les signes de la prospérité agricole.

» Pour terminer cette esquisse de la production algérienne, il faudrait y montrer les cultures les plus riches implantées à côté du système primitif des Arabes. L'Algérie par le fait des variations de son climat admet les régions agricoles les plus diverses ; aux fruits de la France, elle joint tous ceux qui appartiennent à la région de l'olivier, à la région du citronnier et de l'oranger, et même à la région des dattes. Il est difficile de rencontrer une échelle de culture plus étendue, et si l'on considère qu'autour de quelques centres de population, l'engrais s'amasse au point d'être sans valeur, et que souvent même, au lieu d'établir les chemins qui permettraient de le distribuer sur les terres voisines, on préfère le brûler ou le jeter à la mer, on comprendra combien il est facile d'imaginer d'innombrables essais de culture et même d'en signaler sur plusieurs points les heureux résultats. Sans doute, il faut désirer que les plantes industrielles se propagent et prospèrent ; mais il ne faut pas oublier que ces plantes appartiennent, pour la plupart, à la culture intensive et que celle-ci est la dernière étape du progrès agricole. Popu-

lation compacte, main-d'œuvre facile et intelligente, machines, constructions et engrais, il faut avec la culture intensive trouver tout cela réuni et par suite l'argent doit lui être prodigué. L'irrigation ne rend pas le sol inépuisable, elle en déterminerait plutôt l'appauvrissement rapide si elle était appliquée à des plantes industrielles qui, pour la plupart, assimilent une grande quantité de principes fertilisants.

» Lorsqu'on entreprend ces cultures, il faut songer avant tout à la restitution des éléments nécessaires à la vie des plantes, à moins de spéculer sur la ruine du sol.

» La culture des grains et des plantes fourragères s'équilibre mieux avec la quantité d'engrais contenue dans les eaux d'irrigation : elle ménage le fonds du sol, elle en prépare, à la faveur de quelques jachères ou d'une légère distribution d'engrais, la fécondité progressive. C'est par là qu'il faut passer, ce sont les degrés qu'il faut franchir pour généraliser et répandre, sans crainte de mécompte, la culture des plantes industrielles. Bétail et céréales, tels sont les deux leviers sur lesquels on est tenu d'appliquer les forces vives de l'Algérie.

§ III. — Ce qu'il faut faire en Algérie.

» Entre les ressources naturelles de l'Algérie qui la rapprochent sensiblement du midi de la France, et l'assiette définitive de son gouvernement que j'ai placée dans l'annexion, il y a un état de choses intermédiaire qui est la situation actuelle ; dernière période de transition sur laquelle il faut agir fortement, afin de l'abrégier, mais qu'il faut avant tout définir.

» Les embarras que l'on rencontre, depuis que la conquête fait place à l'organisation administrative, se groupent

autour de deux chefs principaux qui sont : premièrement : les travaux d'utilité publique, et, secondement, les conditions générales de la propriété.

» A quoi sert la possession des forêts les plus étendues, des mines les plus riches ou des cours d'eau les plus faciles à utiliser, si leur accès est impossible, ou bien si les frais de transport absorbent et dépassent les frais d'exploitation ? Les valeurs de ce genre que possède l'Algérie sont encore, pour la plupart, entre les mains des indigènes qui ne soupçonnent pas le parti qu'on en peut tirer. Se détourner à chaque difficulté de terrain, s'arrêter devant le torrent jusqu'à ce qu'il ait vidé son lit, suivre tant qu'elle résiste l'ancienne voie romaine et, lorsqu'elle est ruinée par le temps, laisser au pied des bêtes de somme le soin de tracer un sentier nouveau, tel est le système de circulation auquel les Arabes se résignent. Triste conséquence d'un long régime de despotisme ! L'esprit de l'homme garde l'empreinte du découragement et la face de la terre l'empreinte de l'abandon !

» Lorsqu'un vaste pays en est là et qu'une société européenne entreprend de l'approprier à ses besoins et de lui communiquer très-vite un éminent degré de civilisation, c'est une métamorphose économique complète qu'elle est tenue d'opérer.

» Il est rare qu'on se rende bien compte des dépenses qu'il faut faire, pour exécuter un bon réseau de communication, et presque toujours on méconnaît l'influence qu'il exerce sur les résultats d'une exploitation industrielle ou agricole. Enfin, lorsqu'on entreprend de greffer un système de culture avancée sur un état primitif, il est assez ordinaire d'oublier la somme à fournir, par hectare de terre améliorée.

» Sans doute, le point de départ est si variable qu'il est

difficile, à ce sujet, de s'appuyer sur une estimation rigoureuse. Toutefois, en évaluant le travail actuel, d'après le degré de culture à introduire, il devient possible de traduire ces idées par des chiffres. Dans les cultures sarclées du nord de la France et dans les assolements perfectionnés du midi, le capital engagé par le fermier, est de 250 à 300 francs par hectare et par an. Cette somme n'est qu'une fraction du capital représenté par le travail accumulé en défrichements, nivellement de terrains, remblais, fossés, amendements, fumures, plantations, forage de puits, aménagement et distribution des eaux, chemins et bâtiments d'exploitation.

» Qu'on abaisse tant qu'on voudra le chiffre des dépenses à faire pour constituer les valeurs agricoles du territoire arabe et le mettre au niveau des meilleures cultures européennes, il n'en faudra pas moins multiplier ce chiffre par plusieurs millions d'hectares de terre cultivable, c'est-à-dire qu'il faut admettre l'immobilisation de quelques milliards pour franchir l'état pastoral des Arabes ou le système alternatif qu'on applique encore au mode de culture des Arabes.

» Un fait particulier au climat de l'Algérie, c'est qu'il sollicite l'agriculture à se porter rapidement et presque sans transition vers les cultures intensives. Les Kabyles y sont arrivés d'eux-mêmes : soumis à des institutions républicaines, propriétaires de jardins et d'enclos, sédentaires et indépendants, ils obtiennent une production de fruits et de bétail qui excède leurs besoins. Malgré le déficit habituel de leurs récoltes en céréales, ils parviennent à entretenir, dans la région accidentée qu'ils occupent, une population très-dense. Il est certain que le ciel d'Afrique fournit, pour sa part deux facteurs puissants de la production, la chaleur et la lumière. Dès que le cultivateur en use avec intelligence

et sécurité, il est irrésistiblement entraîné vers le travail incessant de la terre et il n'y a pas d'exagération à dire que, dans les nouvelles conditions d'existence dont la France est décidée à doter les indigènes et dont quelques-uns jouissent déjà, l'ancienne culture arabe disparaîtra et décuplera pour le moins son produit et parfois même le centuplera. Mais cette culture intensive est précisément celle qui réclame le plus de routes, de constructions et de bras, et par suite le plus d'argent et le plus de crédit, soit pour créer un autre état de choses, soit pour maintenir le nouveau roulement d'activité.

» Il ne faudrait jamais perdre de vue ces considérations élémentaires lorsqu'on fait le bilan de l'Algérie; si l'on vient à rechercher, ce qui est juste, combien elle a coûté à la mère-patrie, il est bon de ne pas oublier le point de départ, d'estimer à leur valeur les progrès dus au travail des Européens et de jeter aussi de l'autre côté de la Méditerranée, les yeux sur Marseille, dont l'agrandissement exceptionnel et merveilleux appartient à l'Algérie autant qu'à la France.

» Si l'on usait du même procédé de critique économique et politique envers toute autre circonscription territoriale de la France, est-on sûr que la comparaison serait défavorable à l'Algérie ?

» N'augmentons pas les difficultés de la tâche en diminuant le mérite de l'œuvre accomplie.

» Examinons, puisque c'est là le lien de grosses difficultés, comment on s'y est pris jusqu'à ce jour pour satisfaire l'immense besoin de travaux d'utilité générale.

» Le maréchal Bugeaud, dans les écrits duquel on trouve de si vives clartés et qu'il est toujours si bon de relire, expose avec une entière franchise ce qui se faisait à cet égard durant la période d'administration militaire. « La colonisa-

» tion urbaine, dit-il, n'a pas besoin des secours directs du
 » gouvernement ; elle se fait tout naturellement par l'éta-
 » blissement d'une fraction un peu considérable de l'armée
 » sur tel ou tel point. Partout où l'on placera à poste fixe,
 » trois ou quatre bataillons, un ou deux escadrons et des dé-
 » tachements des autres armes, il se créera une ville » (1).
 Et plus loin : « L'armée fait les routes et les ponts, les con-
 » duits d'eau, les plantations, tous les travaux d'utilité pu-
 » blique ; elle aide les colons dans leurs premiers pas en
 » leur fournissant des ouvriers à bon marché et souvent
 » aussi des matériaux de sa fabrication : de la chaux,
 » des briques, des tuiles et même des pierres. C'est ainsi
 » que se sont fondées les populations de Djemma-Gazaouat,
 » Tlemcen, Mascara, Mostaganem, Tenès, Orléansville,
 » Milianah, Médéah, Sétif, Constantine, Guelma, Philippe-
 » ville, El Arrouch, Smendou, etc. »

» Le maréchal Bugeaud n'était pas de l'avis d'un orateur
 qui, dans la session de 1860, disait au Corps législatif :
 « Les colons ne viendront pas en Algérie, tant qu'il y aura
 » une armée nombreuse. » Le même orateur insistait sur
 cette idée en ajoutant : « Certes, si vous pouviez sans pré-
 » occupation, retirer de l'Algérie 30 000 soldats, vous y
 » verriez arriver immédiatement 100 000 colons » (2).

» Dans la même brochure (page 9), M. J. David exprime,
 sur l'influence des progrès agricoles parmi les indigènes, des
 sentiments qu'il est bien difficile de partager : « Évidem-
 » ment aussi, dit-il, les indigènes n'auront pas le néces-
 » saire en terres cultivées en pâturages, dès que leurs
 » cultures feront le moindre progrès. »

(1) *Colonisation de l'Algérie*, 1847, p. 25.

(2) *Réflexions et discours sur la propriété chez les Arabes*, par M. le baron Jérôme David, p. 46.

» Ces déclarations, qui ont le mérite d'être neuves et catégoriques, manquent de démonstration et de preuves, près de ceux à qui l'expérience et les faits enseignent une conclusion diamétralement contraire.

» Sans doute, les moyens employés par le maréchal Bugeaud convenaient surtout à une période durant laquelle les intérêts de la lutte et de la défense dominaient toute autre considération. En persistant, comme système, les mêmes moyens devenaient une source de périls et d'abus. Ne suffisait-il pas de diminuer le chiffre de l'armée d'occupation pour que les travaux les plus indispensables fussent ralentis ou suspendus? En puisant dans les ressources intérieures de l'armée d'Afrique, un budget latent et anormal, affecté à l'exécution des travaux d'utilité générale, ne laissait-on pas dans l'ombre les questions qui ont le plus grand besoin d'étude, de discussion et d'évidence? D'ailleurs, ainsi constitué, ce budget s'amincissait au lieu de s'augmenter et de se proportionner à des exigences croissantes. Personne n'ignore que l'armée d'Afrique s'est réduite de plus en plus dans ces derniers temps, et que la surface d'occupation s'est étendue. D'un autre côté, les frais d'entretien s'ajoutent aujourd'hui aux projets, aux études, aux tracés et à toutes les œuvres d'utilité publique entreprises à nouveau ou bien en cours d'exécution.

» Les troupes, moins nombreuses et plus absorbées par le service régulier des places, n'ont plus à fournir la même contribution, mais leur présence n'en est pas moins, pour plusieurs places de l'Algérie, une ressource précieuse, aussi recherchée qu'en France et plus indispensable peut-être à l'industrie et au bien-être des immigrants européens. L'Algérie doit enregistrer parmi ses mérites, et son gouvernement actuel parmi ses épreuves, la diminution de l'effectif de l'armée d'occupation et le contingent de troupes ag-

guerries qu'elle a fourni aux expéditions nombreuses de la France.

» Sur cette question capitale des travaux d'utilité générale en face de ce besoin toujours grossissant, les anciennes ressources du gouvernement de l'Algérie se sont évanouies ; afin de s'en créer de nouvelles, de peser moins lourdement sur la mère-patrie, le gouvernement de l'Algérie a songé aux diverses combinaisons de l'impôt et de l'emprunt.

» Ces deux sujets ont été soumis aux conseils généraux et examinés par le conseil supérieur. Les argumentations les plus ingénieuses et le désir le plus sincère d'améliorer la situation, ne peuvent pas modifier la nature des faits, et l'on arrive très-vite à constater que les garanties financières, sans être faibles ou absolument précaires, manquent néanmoins de consistance et de régularité. Saurait-il en être autrement avec l'état général des cultures, l'incertitude des récoltes, le défoncement des routes par les pluies d'hiver, et l'interdiction des transactions immobilières sur la plus grande étendue du territoire ? Un impôt foncier bien réparti et bien assis exige des conditions précisément inverses de celles qui existent.

» Les mêmes remarques s'appliquent à l'emprunt ; il est à noter en outre que le gouvernement de l'Algérie pêche grandement par les organes appropriés à ces opérations. Les conseils généraux des trois provinces d'Alger, Oran et Constantine ne sont point élus par la population. Les conseillers qui les composent, fonctionnaires et Algériens de diverses catégories, sont investis d'un mandat officiel par les voies administratives. Les conseils municipaux de l'Algérie sont dans le même cas.

» Les Kabyles jouissent seuls, en ce moment, de l'élection ; ils en usent depuis les temps les plus reculés et sans doute ils s'en trouvent bien, car ils y tiennent. Les officiers de

l'armée les plus éclairés sur le caractère et les mœurs indigènes, pensent que les Arabes ne seraient pas indignes du régime électif, et que ce serait un bienfait réel pour eux d'en substituer le mécanisme à l'autorité absolue et si souvent abusive de leurs chefs.

» Les divers éléments d'organisation sociale qui se sont fixés et classés en France, peut être plus que partout ailleurs, sont, en Algérie, à l'état de mélange confus. Cependant ce n'est pas une raison pour penser qu'ils y sont dénués de puissance : ils contribuent à une vitalité intime et latente que je voudrais rendre saisissable.

» On répète assez généralement que l'Algérie est une charge pour le trésor, et l'on ne manque pas de faire figurer dans son budget les dépenses militaires qui s'élèvent à plus de 60 millions de francs. Cette affectation très-rationnelle, lorsque l'armée était nécessaire pour soumettre ou maintenir les indigènes, n'est plus fondée. Aujourd'hui l'Algérie est surtout une station militaire spéciale dont le rôle très-utile a déjà été apprécié plus d'une fois, et les économistes qui commettent cette erreur dans la distribution de son budget, pourraient tout aussi bien porter l'entretien du camp de Châlons au compte du département de la Marne.

» Les recettes et les dépenses du budget de 1861 conduisent à une appréciation bien différente de celle que je combats; on en jugera par le tableau suivant :

Recettes générales en 1861.

Douane.....	5 836 653
Prestation des bateaux corailleurs.....	178 000
Domaine.....	5 370 062
Contributions directes et indirectes.....	21 965 629
Postes.....	872 147
Télégraphie.....	278 413
Taxes communales.....	5 880 514
Total.....	<u>40 382 418</u>

Dépenses générales en 1861.

Budget colonial.	18 000 000
Budget provincial.	10 000 000
Budget communal.	10 482 816
	<hr/>
Total.	38 482 816
Excédant des recettes sur les dépenses.	1 899 602

» La part contributive des indigènes est de : 18 205 669.

» Si l'on tient compte du mode de perception adopté à l'égard des indigènes, il est permis de croire que cette dernière partie de l'impôt, sans être plus lourde pour le contribuable, serait facilement plus productive pour le trésor. Voici comment s'exprime, à cet égard, M. J. David (1) :

« Permettez-moi de vous dire quels sont les clients des chefs » indigènes. Ce sont des cavaliers qui assistent les chefs » indigènes, pour la rentrée de l'impôt, pour le versement » des amendes, pour la levée des contingents, pour la police » générale, enfin pour tous les actes du pouvoir exécutif. » Figurez-vous la société indigène, sachant que ces cavaliers » sont des malfaiteurs de la pire espèce ; que pour faire » partie de la clientèle d'un chef indigène, la meilleure » recommandation, c'est d'avoir été un voleur de profes- » sion, c'est d'avoir coupé les routes. »

» Un séjour de neuf années parmi les Arabes et la connaissance de leur langue ont initié tout particulièrement M. J. David à ces questions. En terminant son travail que j'ai déjà eu lieu de citer, il se montre disposé à prendre pour devise et pour règle : *L'Algérie par les indigènes*. Les observations que je lui emprunte ne viennent probablement pas à l'appui de sa conclusion. Pour confirmer le sentiment que j'exprime sur les ressources aussi puissantes que mal coor-

(1) *Loc. cit.*, p. 49.

données de l'Algérie, j'ajouterai qu'un savant, éminent publiciste, dont l'opinion fait souvent autorité sur les questions algériennes (1), estime à 50 millions la somme qui sort annuellement et va payer de l'autre côté de la Méditerranée l'intérêt des capitaux engagés sur des valeurs immobilières.

» Que la propriété des indigènes soit constituée, que l'impôt foncier soit substitué à l'achout (impôt par charrue ou par paire de bœufs), que le nouvel impôt soit honnêtement perçu, que la propriété arabe s'améliore, ce qui est indubitable, dès qu'elle cessera d'être collective; que la terre passe aux mains des plus habiles à la faire valoir, ce qui aura lieu quand elle sera transmissible; que les travaux publics aient surtout pour objet le développement des travaux agricoles; tous ces éléments d'organisation épars et désunis, dont l'incohérence provoque, en ce moment, la rivalité des intérêts et comme une dernière lutte, se rapprocheront bientôt et se fusionneront dans une prospérité commune.

» Encore quelques mesures progressives appliquées aux institutions municipales, provinciales, judiciaires, et nous touchons à l'annexion; c'est ainsi que les choses vont, de ce moment, et il serait difficile d'en changer le cours.

» Dans cette série d'efforts au bout de laquelle se découvre l'augmentation des revenus de l'Algérie, il est bien évident que l'exécution des travaux publics occupe la première place; c'est le principal moteur qui, s'appliquant ensuite à la propriété même, la change d'aspect et en accroît la richesse. Plus il y aura d'ensemble et de rapidité dans l'exécution de ces travaux, et plus vite et plus sûrement on atteindra le but; il y a là une conception générale à introduire

(1) M. Warnier.

dans laquelle les travaux de barrage et d'irrigation, les dessèchements, les routes et les ponts, les nouveaux centres de population, doivent se relier et se combiner aux voies ferrées.

» On sent combien il serait heureux que tout cela pût se décider, se préparer, se faire et se mouvoir en même temps. Pour satisfaire à ce besoin d'une impulsion forte, l'Algérie est tenue de ne rien négliger, d'user de tous ses moyens d'amélioration et surtout de ne pas dissiper, pour des motifs frivoles ou dans quelques intérêts particuliers, certaines ressources dont elle est encore libre de disposer et qu'il n'est pas impossible de faire surgir de l'état même où se trouvent le sol et la propriété.

» En première ligne, je signalerai les terrains qui appartiennent incontestablement au domaine; les terres cultivables, dont la revendication domaniale est fondée, se réduisent à peu de chose : dans les provinces d'Oran et d'Alger, 40 ou 50 000 hectares au plus, mais dans la province de Constantine, la part du domaine est beaucoup plus considérable. La transaction la plus utile consisterait à céder ces terres, en échange de travaux d'utilité publique, exécutés à leur voisinage ou dans un rayon peu éloigné. Dans un marché de ce genre, l'entrepreneur sait au juste à quoi il s'engage, et l'administration stipule facilement ses garanties. En est-il de même lorsqu'elle se trouve en face de propositions se fondant sur l'introduction de cultures problématiques, et lorsque les spéculations qui se cachent sous ces propositions consistent évidemment à obtenir au prix de 1 franc, par hectare et par an, ce qui se louera aussitôt 25 ou 30 francs aux indigènes? Entre deux systèmes aussi différents, l'hésitation n'est pas possible.

» A côté des terres de culture qui sont de propriété domaniale, se classent les forêts; elles ont de l'importance, mal-

gré de vastes aliénations assez rapidement consenties. Il en existe encore plus d'un million d'hectares à concéder ; il y aurait tout avantage à les soumettre, pour la plupart, à la même règle que les terres de culture appartenant au domaine. La concession se ferait sur les mêmes bases et l'exécution de travaux d'utilité générale remplacerait les autres obligations du cahier des charges ; on donnerait la préférence aux voies de communication destinées à mettre les forêts en valeur. Tout le monde y gagnerait ; les demandes reposeraient sur de bonnes études préliminaires ; les cessionnaires obtiendraient plus facilement près du public le crédit dont ils ont besoin. Dans les entreprises de ce genre, la précipitation et l'irréflexion gâtent les meilleures affaires. Qu'un solliciteur habile ou influent obtienne la concession, rien de mieux ; mais l'administration forestière des Arabes était loin de ressembler à la nôtre ; elle a pour principes le ravage et l'incurie. Il se trouve que le cessionnaire a toujours beaucoup à faire, le débroussaillage, les constructions, les chemins d'exploitation, absorbent l'argent du nouvel occupant lorsqu'il en a ; mais à défaut d'argent son privilège lui en procure, *les capitaux se sentent ici sur un terrain si solide !* Bientôt les cessionnaires se rapprochent, se lient ; ils prennent de la force et l'on vient à eux. Ils forment un centre d'action et d'influence dont les racines et les rameaux, sous terre ou à ciel ouvert, s'étendent de tous côtés. Enfin ils lèvent la tête et prennent la voix haute, parlant au nom de l'intérêt public : « Ce serait toute justice, disent-ils, si l'État leur venait en aide et faisait exécuter de préférence les routes destinées à donner issue aux produits de la forêt ; si l'on favorisait surtout la colonisation industrielle ; si l'on prenait la peine d'organiser l'Algérie en deux camps, l'un d'émigrants et l'autre d'indigènes, ces derniers échapperaient à un nivellement prématuré.

» Il suffirait de s'entendre avec quelques chefs pour en obtenir des journaliers indigènes, bûcherons et autres à un prix raisonnable. *Aussi ne faut-il point, par des mesures brutales, révolutionner la société indigène, rompre le faisceau qui, la tenant ainsi, nous permet de la gouverner et de l'administrer (1)* ». On devine le reste de ce système qui serait la clarté par excellence pour les propriétaires de forêts.

» Lorsque des idées aussi étrangement conçues, au point de vue exclusif de quelques intérêts, et dans lesquelles le sens économique et le sens libéral manquent au même degré, sortent tout à coup de l'ombre où elles se tenaient, elles répandent presque toujours un frémissement d'inquiétude ; la population, ignorante des mystères d'une telle incubation, se sent atteinte et se croit sérieusement menacée si quelque mot douteux, emprunté à l'expression même de ces idées, se glisse subrepticement dans les actes officiels.

» Si les menées ambitieuses et les convoitises de toute nature que l'Algérie tient constamment en éveil, sentent venir l'ébranlement, le propagent et l'augmentent, il arrive que toutes ces causes perturbatrices produisent un effet général de dissolution et de trouble, dont l'exagération est visible ; de toutes parts, on dépasse le but au lieu de l'atteindre. C'est ainsi qu'il faut comprendre ce qui vient de se passer à Alger. Si la population indigène avait pu pénétrer les desseins de ses prétendus défenseurs, elle saurait aujourd'hui qu'il s'agissait en réalité d'établir sur elle le séquestre de la civilisation et de lui faire renouveler, avec d'autres clauses, son vieux bail de servitude.

» Dans le système d'évolution rapide qu'il serait si essen-

(1) Les phrases soulignées sont empruntées à une brochure intitulée : *L'Algérie française : indigènes et immigrants*, qui a eu le privilège de jeter l'émotion la plus triste dans la population algérienne.

tiel d'introduire en Algérie à la faveur des travaux d'utilité publique et d'appropriation, je conçois qu'il y aurait un grand parti à tirer de l'état même de la propriété chez les indigènes.

» En touchant à ce système si controversé de la propriété arabe, j'ai hâte de faire une déclaration catégorique. Sans doute, je m'associe au désir de dissoudre la propriété collective des Arabes, mais je ne partage en rien l'esprit ni les tendances de l'ancienne idée de cantonnement. Son caractère et ses conséquences ont été judicieusement appréciés dans le dernier exposé de motifs du sénatus-consulte, présenté par M. le général Allard. La condamnation est si bien motivée qu'il faut renvoyer aux documents officiels ceux qui veulent s'éclairer.

» En somme, il était devenu de jour en jour plus difficile et plus délicat de s'approprier quelque portion du territoire algérien; au début, il y avait moins de ménagements à prendre. Dans l'heure de la conquête qui suit l'heure du combat, on n'y regarde pas de si près pour installer le vainqueur aux dépens du vaincu, cela est de bonne guerre. La propriété était même une arme plutôt qu'un titre, tant que durait la lutte, sur quelque point de la vieille régence. Mais aujourd'hui, dans l'Algérie pacifiée, les idées de cette autre époque ne restent plus que dans les esprits attardés.

» Il est à prévoir que dans les prochaines opérations que provoquera l'application du dernier sénatus-consulte, on se montrera facile sur l'admission des titres de propriété, présentés par les Arabes, et l'on fera bien. Leur occupation doit être généralement comme une circonstance heureuse, puisque le mouvement de l'émigration européenne est devenu presque insensible. Mais il serait dangereux de porter la faveur plus loin : je m'explique. Lorsque le Corps législatif aura enfin trouvé le temps d'examiner et de voter le projet

de loi relatif aux chemins de fer algériens, les lignes les plus importantes du réseau traverseront d'immenses espaces, entièrement dévolus à la propriété arabe. Ainsi la jonction de Blidah à Saint-Denis du Sig, artère principale destinée à faire communiquer Alger et Oran, suivra la vallée du Ché-
lif, au pied des hauts plateaux et le long de la ligne mon-
tueuse du Dahra qui la sépare de la mer. Cet énorme
massif présente une superficie de deux millions d'hectares,
occupés par les Arabes. Au voisinage de ce tracé se trouvent
des cours d'eau, des mines, des forêts aujourd'hui sans
emploi. Une fois le réseau des voies de communication exé-
cuté, ces valeurs acquerront du prix. Lorsque des routes
suivies relieront à cette voie ferrée, Boghar, Téniet-el-Haad,
Tiaret, Mascara, Sidi-bel-Abbès et d'autres postes moins
importants, de nouveaux centres de population devront s'é-
tablir, et au lieu de leur installation la terre vaudra cent fois
plus; lorsque les produits actuels de la culture arabe, bétail
et céréales, arriveront facilement et en toute saison sur les
marchés, ces produits ne perdront plus 50 p. 100 de leur
valeur; lorsque l'aménagement des eaux aura augmenté les
terres d'irrigation, celles-ci rapporteront dix fois plus; il
n'est pas juste que tous ces travaux d'amélioration exécutés
par la France ne profitent qu'aux indigènes, ce serait une
générosité très-compromise et même imprudente. Si déclaré
partisan que l'on soit de la perfectibilité de la race arabe,
néanmoins on reconnaît que c'est surtout au contact de notre
occupation qu'elle se laisse entraîner; sans nous et loin de
nous, leurs progrès restent imperceptibles. D'ailleurs, avec
la meilleure intention du monde de l'associer au mouvement
de civilisation que nous introduisons au milieu d'eux, les
indigènes auraient-ils les moyens de le faire? Les ressour-
ces du travail et de l'épargne ne leur permettraient pas de
sitôt de subvenir à l'exécution des travaux d'utilité secon-

daire, sans lesquels l'entreprise des chemins de fer algériens ne trouvera qu'un bien faible aliment. Enfin dans l'hypothèse peu probable où la population indigène serait en mesure de répondre et de satisfaire par elle-même à tous ces besoins nouveaux, il serait impolitique de ne pas les désagréger sur une aussi grande étendue de territoire et de leur fournir, au contraire, des facilités nouvelles pour se rapprocher, se concerter sans nous, et dans l'occasion se liguer contre nous. Il ne serait pas prudent de se fier à la liberté des transactions pour nous ouvrir le cœur d'une aussi grande circonscription et y faire pénétrer notre activité.

» On sent ici le besoin de faire des réserves en faveur de l'occupation française; l'idée de cantonnement trouvait dans cette situation son principal argument, et la nécessité d'attribuer une partie de terre à l'immigration est exprimée partout et toujours de la manière la plus explicite.

» Il est intéressant de rappeler en quels termes on retrouve cette pensée dans les écrits des hommes éminents qui ont pris la plus grande part à la conquête. Le maréchal Bugeaud, après avoir déclaré qu'il faudra resserrer les Arabes pour faire place à la colonisation européenne, ajoute : « Nous n'avons pas entendu qu'on pût prendre leurs terres sans les payer, lorsqu'ils en sont propriétaires. » Et à la page suivante : « On pourra se dispenser de payer aux tribus le terrain qu'on leur supprimera, à la condition d'exécuter sur leur territoire des travaux d'utilité générale qui comptent, en partie du moins, l'espace qu'on leur aura pris. »

» Dans ses études pour servir à la colonisation, M. le général de Martimprey reconnaît qu'on est unanime sur ce point qu'il faut établir, en Algérie, une population chrétienne. « Admettons, dit-il, qu'on est d'accord sur les principes, nous espérons qu'on va se mettre à l'œuvre, mais là en-

» core, au moment de passer de la théorie à la pratique,
» plusieurs questions de la plus grande importance se pré-
» senteront : l'existence de la population musulmane sur le
» sol à envahir; les droits divers dont elle jouit et qu'il faut
» régler par des désintéressements. »

» Dans la session du conseil supérieur de 1861, M. le mar-
» réchal Pélissier, gouverneur général, s'est exprimé de la
» manière suivante : « Nous devons faire en sorte d'augmen-
» ter parallèlement le rendement de la terre, par les amé-
» liorations dont elle est susceptible et par de grands travaux
» d'utilité publique : Faire que 10 000 hectares qui, à pré-
» sent, peuvent à peine nourrir cinq cents familles, en reçoivent
» deux mille, au moyen de dessèchements, d'aménagement
» des eaux, d'exploitations des bois, de sondages
» artésiens, d'ouverture de routes, de création de centres de
» protection et d'administration. »

» Il est à remarquer que cette idée de resserrer les vaincus
» et de leur retirer, pour des nécessités politiques, une partie
» de la terre qu'ils occupent, est tempérée par un sentiment
» de justice qui stipule en leur faveur une compensation au
» désintéressement. Je ne sais rien qui honore davantage la
» France et ceux qui l'ont si dignement représentée.

» D'ailleurs cette idée est inscrite dans la loi du 17 juin 1854
» qui constitue la propriété en Algérie. On y lit, article 18 :
» « L'État ne peut exiger le sacrifice des propriétés ou des
» droits de jouissance, reconnus par les articles 10, 11 et
» 12 de la loi que pour cause d'utilité publique légalement
» constatée et moyennant le paiement ou la consignation
» d'une juste et préalable indemnité. »

» Il est dit dans l'article 14 : « A l'État seul est réservé la
» faculté d'acquérir les droits de jouissance ou de propriété,
» dans l'intérêt des services publics ou de la coloni-

» sation et de les rendre en tout ou en partie susceptibles de libre transmission. »

» Cette loi de 1851 a deux côtés, sinon contradictoires, au moins d'un effet bien opposé. D'un côté, la vente de la terre était interdite ; la loi opposait l'obstacle le plus formel au libre usage de la propriété et par suite à la faculté d'en accroître le produit ; cette interdiction maintenait fortement la constitution de la tribu arabe : c'était une mesure d'organisation administrative et de police très-commode, servant aussi bien à réprimer la turbulence des indigènes qu'à écarter leur défiance, car pour eux une transaction signifiait bien souvent chicane, tribunal et condamnation. Dans cette partie de la loi, le sens économique était effacé par la nécessité politique ; mais d'un autre côté, ainsi que le prouvent les citations précédentes, la loi de 1851 rendait la faculté de transaction et lui laissait même la porte largement ouverte, parce qu'elle autorisait l'expropriation « dans l'intérêt de la colonisation ».

» La loi de 1851 n'a été pour ainsi dire observée et appliquée que dans le sens de la restriction et de l'interdiction. Le principe de l'aliénation des titres collectifs de la tribu, où la transmission se dégage indirectement et par lequel la propriété pouvait s'affranchir, n'a jamais été utilisé ; il n'est pas bien sûr qu'on l'ait compris.

» L'esprit pratique des officiers généraux dont j'ai cité l'opinion plus haut ne se trompait pas sur ce qu'il fallait faire ; aliéner le territoire des indigènes moyennant légitime compensation et y répandre des travaux d'utilité publique.

» Aujourd'hui cette vue judicieuse et profonde mériterait d'autant plus d'être reprise et suivie, que le projet de sénatus-consulte, en modifiant la loi de 1851, dans sa partie restrictive, en maintenait toutes les dispositions qui ont

rapport à l'aliénation de la terre. C'est surtout en conservant ce dernier principe intact et en atténuant le principe contraire que le sénatus-consulte devient un progrès. Mais il serait temps de mettre ce principe libéral en action.

» Aujourd'hui, aux termes de la loi de 1851 et du sénatus-consulte, l'État est en droit de prendre, moyennant indemnité : soit de racheter suivant leur valeur une partie des terrains actuellement occupés par les indigènes. Que cette opération s'applique aux terres traversées par le chemin de fer, à celles qui serviront à l'établissement de nouveaux centres de population, à celles qui profiteront particulièrement de tous les travaux d'utilité secondaire nécessaires à la prospérité du chemin de fer, et l'on aura acquis des terres susceptibles de valoir après l'appropriation du sol vingt fois plus qu'auparavant. La vente de ces mêmes terrains après leur plus-value produira une somme capable de solder l'achat de la terre, l'exécution des travaux d'utilité publique, et de laisser, en outre, un bénéfice.

» Comme une opération de ce genre ne saurait recevoir son entière exécution par le fait seul de l'action administrative, le gouvernement de l'Algérie aurait recours aux Compagnies instituées pour l'exécution des grands travaux.

» L'État exproprierait, suivant la loi ; la compagnie payerait les terres au prix d'estimation, exécuterait les travaux auxquels elle se serait engagée, et revendrait les terrains appropriés aux améliorations de la culture.

» Les avantages résultant de cette combinaison sont nombreux et considérables ; des sommes importantes sont immédiatement appliquées à l'exécution des travaux d'utilité générale ; les indigènes sortent de leur isolement ; leurs bras trouvent à s'occuper, et le prix de la main-d'œuvre se réglant sur celui des ouvriers de France, permet à l'Arabe le plus pauvre d'amasser et d'acquérir ; les cultures amélio-

rées s'introduisent sans obstacle; l'industrie européenne pénètre librement partout où elle a intérêt à le faire; la Compagnie a tout intérêt à revendre promptement, et l'immigration trouve des terres à acheter.

» Les chemins de fer algériens ne traversent plus un territoire nu, sur lequel se disséminent les rares produits de la culture arabe. Enfin la population de l'Algérie éprouvera instantanément une grande satisfaction à ne pas tendre les mains vers la mère-patrie et à puiser en elle-même sa vie et sa prospérité.

» Dans cette combinaison les deux grosses affaires du gouvernement de l'Algérie, exécution des travaux d'utilité générale, individualisation de la propriété, se résolvent l'une par l'autre.

» La vente des propriétés collectives et le partage en argent est un principe de notre législation; c'est même, il faut en convenir, le seul moyen pratique dans les cas difficiles. La licitation tranche le plus ordinairement la contestation d'héritage; l'état de la propriété dans les tribus représente un immense héritage de plusieurs millions d'hectares à distribuer entre plusieurs millions de prétendants. Ce partage nécessite trois opérations distinctes, qui sont le cadastre de la terre, la vérification et l'allotissement individuel; exécuter les deux premières, le cadastre et la vérification de titres sur cet immense territoire, ne sont peut-être qu'une question de temps; mais alloter le sol en nature avec sa variation d'état, de production et de valeur entre un million de co-intéressés, je ne crois pas que ce soit un fait dont l'histoire puisse nous offrir un seul exemple de réalisation.

» L'expérience nous apprendra bientôt ce qu'il faut penser de la constitution des douaires décidés par le sénatus-consulte et de leur allotissement; mais là même l'emploi de

la licitation, suivant la loi française, écarterait bien des difficultés, et le sénatus-consulte ne s'y oppose pas.

» En résumé, si l'annexion pure de l'Algérie est le but à atteindre, je ne méconnais pas la nécessité d'une période de transition, mais je voudrais que celle-ci fût aussi courte et aussi féconde que possible. C'est en indiquant dès aujourd'hui la situation définitive de l'Algérie qu'on abrégera une inévitable perturbation.

» Subissons l'épreuve une bonne fois, mais tâchons d'échapper à ces crises intermittentes, dont le retour épuise le plus fort tempérament. Avec l'annexion tout se simplifie, se classe et se précise : justice, magistrature, questions de races et de propriété, administration, finances, instruction publique, institutions politiques et municipales. Aujourd'hui tout cela est complexe, arbitraire, malgré l'intervention dévoué de ceux qui préfèrent la justice, l'ordre et la clarté. »

FIN.

LISTE CHRONOLOGIQUE

DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

E. MILLON

	Pages.
1837. Sur les azotures de brome et de cyanogène, et les propriétés de ces deux composés. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1837, t. V, p. 763, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1838, 2 ^e série, t. LXIX, p. 75.).....	1
1838. Mémoire sur quelques azotures nouveaux et sur l'état de l'azote dans plusieurs combinaisons. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1837, t. V, p. 353, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1838, 3 ^e série, t. LXIX, p. 75.).....	1
1838. Note sur la formation d'un perchlorure de soufre cristallisé. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1838, t. VI, p. 207.).....	5
1839. Note sur les composés décolorants désignés sous le nom d'hypochlorites. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1839, t. IX, p. 109.).....	7
1840. Sur la décomposition des matières organiques par la baryte. En collaboration avec M. Pelouze. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1840, t. X, p. 48 et 84.).....	192
1841. Recherches sur les combinaisons oxygénées du chlore. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1841, t. XII, p. 300.).....	8
1841. Action de l'iode sur le chlorate de potasse. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1841, t. XII, p. 258.).....	15
1842. Sur la préparation des acides bromhydrique et iodhydrique. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1842, 3 ^e série, t. I, p. 299, et <i>Journal de médecine militaire</i> , 1842, t. L, p. 306.).....	17
E. MILLON.	21

322 LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

	Pages.
1842. Sur les bichlorures d'hydrogène et de plomb. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1842, 3 ^e série, t. I, p. 299.).....	18
1842. Recherches sur l'acide nitrique. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1842, t. XIV, p. 904, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1842, 3 ^e série, t. VI, p. 73.).....	2
1842. Mémoire sur une nouvelle combinaison de chlore et d'oxygène. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1842, t. XV, p. 584.).....	8
1843. Mémoire sur les combinaisons oxygénées du chlore. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1843, t. XVI, p. 744, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1843, t. VI, p. 298.).....	8
1843. Sur les phénomènes chimiques dus au contact. En collaboration avec M. J. Reiset. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1843, t. XVI, p. 1190, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1843, 3 ^e série, t. VIII, p. 280.).....	194
1843. Action de l'acide nitrique sur l'alcool et de l'éther nitrique. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1843, t. XVII, p. 181, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1843, 3 ^e série, t. VIII, p. 233.).....	42
1843. Sur l'acide iodique libre et combiné. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1843, t. XVII, p. 1137, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1843, 3 ^e série, t. IX, p. 400.).....	10
1844. Nouvelles recherches sur l'iode. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XVIII, p. 1041.).....	10
1844. Action de l'acide nitrique sur l'iode. (<i>Annales de chimie et de physique</i> , 1844, 3 ^e série, t. XII, p. 330.).....	10
1844. Action de l'acide sulfurique sur l'acide iodique, et des composés qui en résultent. (<i>Annales de chimie et de physique</i> , 1844, 3 ^e série, t. XII, p. 336.).....	10
1844. Mémoire sur deux nouvelles combinaisons oxygénées de l'iode. (<i>Annales de chimie et de physique</i> , 1844, 3 ^e série, t. XII, p. 353.).....	10
1844. Sur l'oxydation des substances organiques par l'acide iodique, et de l'influence des petites quantités sur les actions chimiques. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 270 et 726, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1845, 3 ^e série, t. XIII, p. 29.).....	228
1844. Mémoire sur le passage de quelques médicaments dans l'économie animale et sur les modifications qu'ils y subissent. En collaboration avec M. Laveran. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 347, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1844, 3 ^e série, t. XII, p. 135.).....	175

	Pages.
1844. Recherches sur la constitution chimique des acides et des bases. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 649, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1845, t. XIII, p. 429.).....	205
1844. Note sur quelques réactions propres au bichlorure de mercure. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 742, et <i>Revue scientifique et industrielle du docteur Quesne- ville</i> , 1844, t. III, p. 92.).....	21
1844. Sur une nouvelle combinaison de soufre, de chlore et d'oxygène. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 745, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1850, t. XXIX, p. 237.).....	5
1844. Remarques sur les éléments qui composent les substances orga- niques, et sur leur mode de combinaison. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1844, t. XIX, p. 799, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1845, 3 ^e série, t. XIII, p. 385.).....	197
1845. Recherches sur le mercure et quelques-unes de ses combinaisons. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1845, t. XX, p. 1291, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1846, 3 ^e série, t. XVIII, p. 333.).....	19
1845. Mémoire sur la décomposition de l'eau par les métaux en pré- sence des acides et des sels. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1845, t. XXI, p. 37.).....	211
1845. Note sur l'absorption de l'émétique et l'élimination de l'antimoine par les urines. En collaboration avec M. Laveran. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1845, t. XXI, p. 637.)....	176
1845. Mémoire sur l'oxyde de mercure ammoniacal. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1845, t. XXI, p. 823, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1846, 3 ^e série, t. XVIII, p. 333.).....	22
1845. Note sur la production de l'iodoforme. (<i>Comptes rendus de l'Acad- émie des sciences</i> , 1845, t. XXI, p. 828, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1845, 3 ^e série, t. IX, p. 436.).....	44
1845. Annuaires de chimie. En collaboration avec MM. J. Reiset, Haefser et Nicklès. 7 volumes, de 1845 à 1851.....	251
1845. Éléments de chimie organique, comprenant les applications de cette science à la physiologie animale. 2 volumes, 1845-1848..	245
1846. Sur la permanence de l'antimoine dans les organes vivants. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1846, t. XXII, p. 1042, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1847, t. XIX, p. 438.).....	177
1846. Remarques sur quelques dispositions particulières à l'affinité; observations principalement relatives au sulfate de chaux et à l'acide sulfovinique. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1846, t. XXIII, p. 937, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1847, 3 ^e série, t. XIX, p. 221.).....	213

324 LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

	Pages.
1846. Note sur la décomposition du nitrite d'ammoniaque. (<i>Revue scientifique et industrielle de Quesneville</i> , 1846, t. VIII, p. 399.)...	243
1847. Sur la déshydratation du sulfate de chaux. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1847, t. XXIV, p. 695 et 862.).....	36
1848. Recherches chimiques et physiques sur le phénomène de la respiration dans les diverses classes d'animaux. En collaboration avec MM. V. Regnault et J. Reiset. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1848, t. XXVI, p. 4 et 17.).....	217
1848. De la présence normale de plusieurs métaux dans le sang de l'homme et de l'analyse des sels fixes contenus dans ce liquide. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1848, t. XXVI, p. 41, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1845, 3 ^e série, t. XXIII, p. 372 et 508.).....	177
1848. Mémoire sur le dosage de l'urée. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1848, t. XXVI, p. 119, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1848, t. XIV, p. 433.).....	179
1848. Note sur la présence de l'urée dans l'humeur vitrée de l'œil. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1848, t. XXVI, p. 121, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1848, t. XIV, p. 400.).....	179
1849. De la proportion d'eau et de ligneux contenue dans le blé et dans ses principaux produits. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXVIII, p. 37, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1849, t. XXVI, p. 5.).....	119
1849. Sur un réactif propre aux composés protéiques. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXVIII, p. 40, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1850, 3 ^e série, t. XXIX, p. 507.)....	182
1849. Note sur l'acide hypochloreux et sur les chlorures de soufre. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXVIII, p. 42, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1850, 3 ^e série, t. XXIX, p. 506.).....	5
1849. Sur la composition du blé ; remarques adressées à l'Académie des sciences, à l'occasion d'une communication de M. Péligot. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXVIII, p. 264.).....	132
1849. Études de chimie organique faites en vue des applications physiologiques et médicales ; faits relatifs à la nutrition. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXIX, p. 595, 705 et 790, et <i>Mémoires de la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille</i> , 1849, tiré à part.).....	217
1849. Analyse élémentaire du chyle et du sang. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1849, t. XXIX, p. 817.).....	183
1850. Sur l'hydratation des blés de la récolte de 1850. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1850, t. XXXI, p. 746.).....	102

	Pages.
1854. Recherches sur le gluten du blé. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , t. XXXVIII, p. 42.).....	132
1854. De la composition des blés. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1854, t. XXXVIII, p. 85.).....	137
1854. De la classification des blés. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1854, t. XXXVIII, p. 149.).....	100
1854. Des phénomènes qui se produisent au contact de l'eau et du blé et de leurs conséquences industrielles. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1854, t. XXXVIII, p. 314.).....	140
1854. Influence du lavage des blés sur les qualités du son, de la farine et du pain. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1854, t. XXXVIII, p. 545.).....	141
1855. Mémoire sur la décortication du blé. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1855, t. XL, p. 678.).....	158
? Sur un ciment vulcanisé au coaltar, en collaboration avec M. Farre. (<i>Inédit.</i>).....	171
1856. Note sur une eau minérale du Frais-Vallon, près d'Alger, et sur l'emploi des eaux minérales de l'Algérie. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1856, t. XXIX, p. 5.).....	254
1856. Sur la nature des parfums et sur quelques fleurs cultivées en Algérie. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1856, t. XLIII, p. 197, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1856, t. XXX, 3 ^e série, p. 281 et 407.).....	50
1860. De la production et du commerce des sangsues en Algérie. (Brochure in-8 de 14 pages. Imprimerie du Gouvernement à Alger.)..	259
1860. Préparation du sulfocyanhydrate d'ammoniaque. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1860, 3 ^e série, t. XXXVIII, p. 401.).....	49
1860. Combustion du sulfure de carbone par l'air froid. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1860, t. LI, p. 249, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1860, 3 ^e série, t. XXXVIII, p. 246.)..	35
1860. Propriétés nouvelles du charbon de bois. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1860, t. LI, p. 249, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1860, 3 ^e série, t. XXXVIII, p. 248.).....	31
1860. Mémoire sur la nitrification en Algérie. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1860, t. LI, p. 289, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1860, 3 ^e série, t. XXXVIII, p. 241.).....	32
1860. Théorie chimique de la nitrification. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1860, t. LI, p. 549 et 819, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1860, 3 ^e série, t. XXXVIII, p. 325.)....	34
1861. Acide prussique et métamorphose paracyanique. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1861, t. LIII, p. 842, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1862, 3 ^e série, t. XLI, p. 48.).....	44

326 LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

	Pages.
1862. Direction particulière des effets de l'affinité. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1862, t. LV, p. 513, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1862, 3 ^e série, t. XLII, p. 380.)....	223
1862. Variations observées dans l'hydratation du sulfate de quinine. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1862, 3 ^e série, t. XLII, p. 377, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1862, t. IV, p. 686.).....	49
1862. Essai de l'étain employé aux usages économiques et domestiques. En collaboration avec M. Morin. (<i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1862, 3 ^e série, t. XLII, p. 449, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1862, t. IV, p. 797.).....	30
1862. Problème économique et agricole de l'Algérie. (<i>Inédit.</i>).....	276
§ I. Situation.	276
§ II. Productions et forces vives de l'Algérie.....	286
§ III. Ce qu'il faut faire en Algérie.....	299
1863. Recherches sur l'action réciproque des proto-sels de cuivre et des sels d'argent. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1863, t. LVI, p. 309, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1863, 3 ^e série, t. XLIII, p. 260.).....	29
1863. Faits nouveaux sur les métamorphoses alcooliques. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1863, t. LVII, p. 235.).....	53
1863. Mémoires sur la fermentation. (<i>Inédits.</i>).....	53
1863. Sur le dosage et sur l'équivalent du cuivre. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1863, t. LVII, p. 820, et <i>Annales de chimie et de physique</i> , 1864, 4 ^e série, t. III, p. 283.).....	27
1864. Remarques à l'occasion d'une note de M. Duclaux sur la fermentation alcoolique. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1864, t. LIX, p. 444.).....	55
1864. Production, vente et qualité du lait d'Alger. (<i>Akhbar</i> , journal de l'Algérie, n. 3793, 12 février 1864.).....	264
1864. De la nitrification en Algérie. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1864, t. LIX, p. 232.).....	32
1864. Nouvelle substance albuminoïde contenue dans le lait. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1864, t. LIX, p. 301, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1864, t. VI, p. 852.).....	186
1864. Sur l'analyse du lait. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1864, t. LIX, p. 396, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1864, t. VI, p. 855.).....	185

	Pages.
1864. Sur un nouveau moyen de détruire les matières organiques et d'en isoler la partie minérale. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1864, t. LIX, p. 495, et <i>Journal de pharmacie et de chimie</i> , 1864, 3 ^e série, t. XLVI, p. 491.).....	244
1865. De l'affinité de la caséine pour les acides et des composés qui en résultent. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1865, t. LX, p. 48 et 859, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1865, t. VII, p. 467.)..	188
1865. De l'affinité de la caséine pour les bases. En collaboration avec M. Commaille. (<i>Comptes rendus de l'Académie des sciences</i> , 1865, t. LXI, p. 221, et <i>Moniteur scientifique du docteur Quesneville</i> , 1865, t. VII, p. 860.).....	190



FIN DE LA LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX.



PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.