

COMMÉMORATION

DU

BICENTENAIRE DE LA NAISSANCE

DE

LA VOISIER

sous le haut Patronage de Monsieur le Ministre de l'Éducation Nationale

ALLOCUTIONS

prononcées le 11 Juin 1943 à la Séance commune

de la Société Chimique de France
de la Société Française de Physique
de la Société de Chimie Physique
de la Société de Chimie Biologique

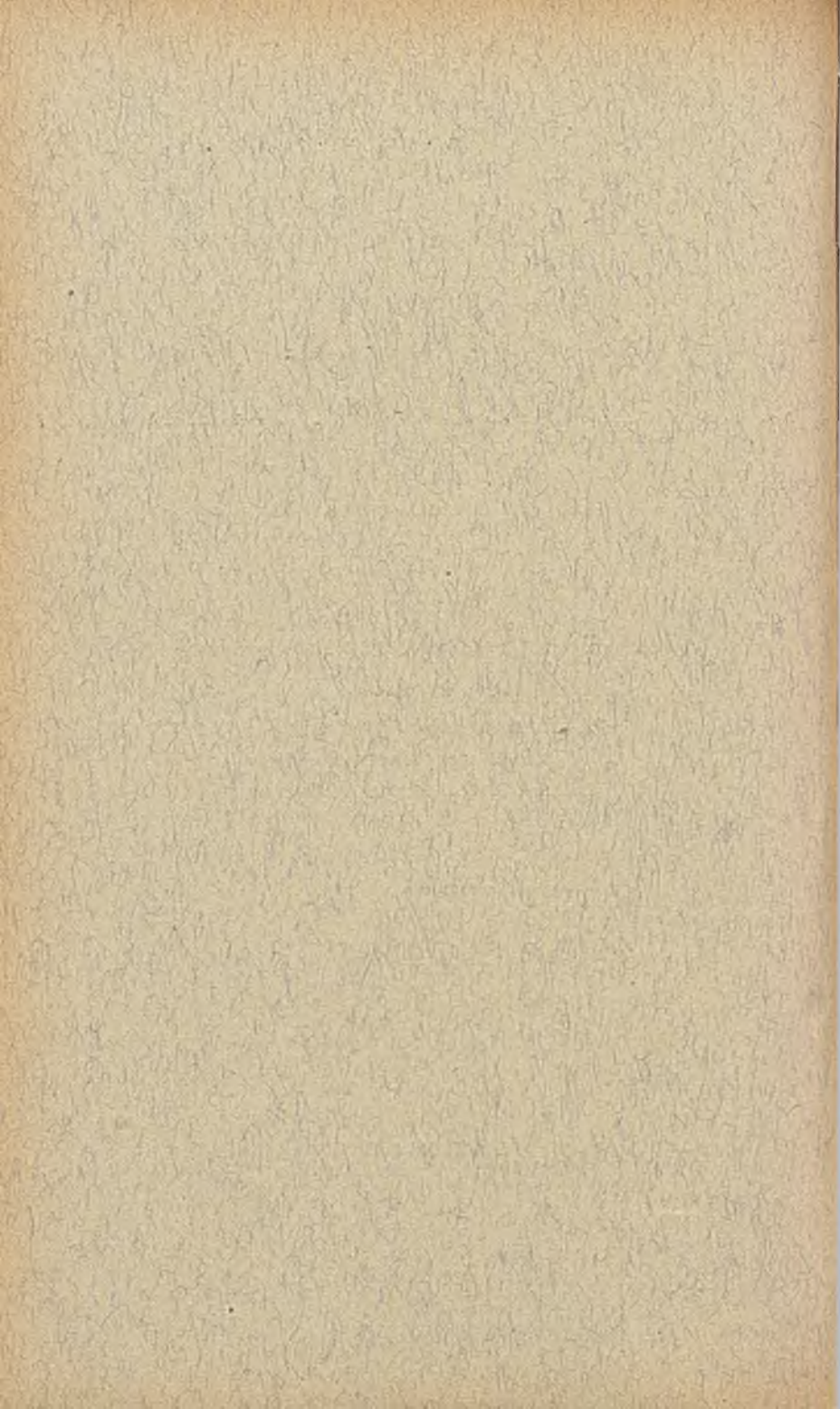
PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ : 28, RUE SAINT-DOMINIQUE (7^e)

MASSON ET C^{ie}, DÉPOSITAIRE

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, (6^e)



HOMMAGE A LAVOISIER

Allocution de M. le professeur G. DUPONT
Président de la Société Chimique de France.

Lavoisier est une des gloires les plus indiscutées de la Science française.

En d'autres temps le bicentenaire de sa naissance aurait été fêté avec solennité; des savants du monde entier auraient répondu en grand nombre à notre appel et apporté leur hommage au « Père de la chimie moderne ».

Dans les circonstances présentes il n'a pu être question d'organiser une telle manifestation, mais les quatre Sociétés Scientifiques Françaises, par ordre d'ancienneté : la Société Chimique de France, la Société Française de Physique, la Société de Chimie Physique et la Société de Chimie Biologique, ont tenu cependant à rendre un pieux hommage à la mémoire de notre illustre compatriote.

Au nom de ces Sociétés, je remercie M. le Ministre de l'Éducation Nationale d'avoir bien voulu accepter de patronner cette manifestation.

La simplicité de cette cérémonie, si elle contraste avec l'ampleur du génie que nous fêtons, s'harmonise, d'une part avec la tragédie de l'heure présente, d'autre part avec cette autre tragédie qui mit fin si prématurément à l'existence de Lavoisier. Rappelons en effet que celui-ci fut jugé et exécuté le 8 mai 1794. A la supplique présentée devant le Tribunal révolutionnaire par quelques collègues de Lavoisier, insistant pour que l'on épargnât une tête si précieuse, le Président dudit tribunal, Coffinhal, répondit par le mot tristement célèbre : « La République n'a pas besoin de savants. » Lavoisier n'avait que 54 ans; il était dans le plein développement de son génie et aurait pu, pendant de nombreuses années encore, donner une impulsion extraordinaire à ces sciences qu'il venait de transformer.

Certes, à des heures comme celles que nous vivons, on comprend que le problème de l'utilité de la science puisse être à nouveau posé et que son influence sur le bonheur de l'humanité soit mise en doute par certains, mais demain, quand il faudra relever les ruines innombrables de cette guerre, quand il faudra donner à notre patrie les moyens de renaître, celle-ci devra surtout compter sur elle-même et elle n'aura pas trop de toute la science et du dévouement de ses savants. Veillons donc avec soin et dans la mesure du possible à ce que notre potentiel intellectuel ne sorte pas amoindri de la tourmente, à ce qu'il ne soit pas gaspillé comme durant la Révolution de 93.

C'est en somme à une cérémonie quasi-religieuse que nous vous avons conviés; l'énorme influence de Lavoisier sur les sciences modernes va être brièvement exposée devant vous — et ce rappel sera le plus bel éloge de son génie. Vous entendrez successivement

L'œuvre de Lavoisier en Chimie, par M. Gabriel Bertrand, Président de l'Académie des Sciences.

L'œuvre de Lavoisier en Physique, par M. E. Darmois;

L'œuvre de Lavoisier en Physiologie, par M. Polonovski, membre de l'Académie de Médecine;

L'œuvre de Lavoisier en Agronomie, par M. Javillier, membre de l'Institut.

Enfin M. Jolibois vous parlera de l'influence de Lavoisier sur ses continuateurs immédiats réunis dans la Société d'Arcueil.

LAVOISIER ET LA CHIMIE

par M. le professeur Gabriel BERTRAND

Président de l'Académie des Sciences.

Pour bien comprendre la grandeur de l'œuvre chimique de l'illustre compatriote dont nous commémorons aujourd'hui le deux-centième anniversaire de la naissance, il faut nous reporter à l'état des connaissances chimiques à l'époque où Lavoisier, ayant terminé ses premières études au collège Mazarin, aborda, vers sa vingtième année, les études scientifiques.

Grâce à des méthodes parfois très anciennes, à des recettes d'origine souvent empirique, à des tours de main plus ou moins ingénieux, on était parvenu à préparer et à utiliser un certain nombre de métaux et de métalloïdes, un plus grand nombre de composés tels que des oxydes, des sels, quelques acides minéraux ou organiques, etc., au total environ 150 substances tirées des trois règnes et chimiquement identifiables (1).

La nomenclature de ces substances prêtait à la plus grande confusion. D'après leur origine naturelle, le lieu d'où elles provenaient, le nom de leur inventeur, ou quelque autre circonstance, ces substances étaient pourvues d'appellations disparates, parfois pittoresques, telles que : fleurs de benjoin, liqueur de cailloux, sel admirable de Glauber, vitriol de Lune, cristaux de Vénus, sucre de Saturne, huile de tartre par défaiillance, appellations formées sans règle, selon la seule fantaisie de leurs auteurs.

Il ne pouvait d'ailleurs en être autrement. On n'avait sur la constitution de la matière et sur les relations qui existent entre les formes multiples sous lesquelles elle se présente que des idées primitives et fort obscures.

Pour le plus grand nombre des chimistes d'alors, toutes substances résultaient, suivant une conception formulée déjà au milieu du ^ve siècle avant J.-C. par Empédocle, de l'association de quatre principes : la terre, l'eau, l'air et le feu. Non pas absolument la terre, l'eau, l'air et le feu communs, mais plutôt des identités philosophiques, simples, indestructibles, libérables dans certaines conditions, et apportant aux substances dans lesquelles elles entrent, en proportions plus ou moins grandes et à différents états de combinaisons, les caractères qui leur sont propres : ceux de solidité, de liquidité, de gazéité et de combustibilité. Les purs philosophes défendaient encore subtilement cette vieille doctrine, dite des quatre éléments ; ceux qui se livraient à des recherches de laboratoire étaient, par contre, dans l'obligation d'y apporter des aménagements. C'est ainsi que Becher, occupé particulièrement, il est vrai, de géologie et de substances minérales, avait limité le nombre des éléments constitutifs à trois : une terre vitrifiable ou élément terreux, une terre inflammable ou élément combustible, et une terre volatile, mercurielle, ou élément métallique ; tandis que Nicolas Le Fèvre, intéressé par les plantes et les animaux, était arrivé, au contraire, à admettre l'existence de cinq constituants élémentaires : la terre, le sel, l'huile, appelée aussi soufre, l'esprit ou mercure, enfin l'eau ou phlegme, auxquels il ajouta même un peu plus tard ce qu'il appelait l'esprit universel.

D'après toutes ces doctrines, plus ou moins modifiées, l'air et l'eau étaient considérés comme simples et indécomposables, tandis que les métaux étaient des mixtes. Aussi, lorsque Geoffroy découvrit le fer dans les cendres végétales, en 1705, pensa-t-il que ce métal ne préexistait pas dans les plantes, mais qu'il prenait naissance par l'union, sous l'influence du feu, des divers principes dont le fer est composé et qui se trouvent séparés dans les tissus de la plante, à savoir : un principe terreux, vitrifiable, un principe sulfureux, inflammable, et un principe acide (2).

Stahl (1660-1734) projeta une première lueur dans ce cahos. Comparant entre eux les métaux et les terres ou chaux qui servent à les préparer, terres ou chaux que nous appelons des oxydes, il entrevit une relation entre les deux séries de corps, il fut frappé surtout par le rôle que joue le charbon dans la formation des premiers à partir des seconds. Tenant compte de ce que le charbon dégage en brûlant de la chaleur et de la lumière et laisse un résidu terreux, il imagina :

1° Que le charbon est une combinaison de terre avec un principe jusqu'alors méconnu, qu'il appela *phlogistique* ;

2° Que tous les corps combustibles, le bois, l'huile, le soufre, etc., sont aussi des combinaisons de terre et de phlogistique ;

3° Qu'en chauffant une terre métallique avec du charbon ou un autre combustible, le phlogistique, au lieu de se dégager sous forme de lumière et de chaleur, se porte sur la terre et, par association, engendre le métal. Inversement, quand on soumet un métal à l'action de la chaleur, il perd son phlogistique et redonne de la terre.

Cette théorie, qui expliquait si simplement un grand nombre de faits connus, mais incompris, eut un succès considérable. Elle était cependant entachée d'un grand défaut : elle ne tenait compte que de l'aspect extérieur, visible des phénomènes, elle n'en pénétrait pas la profondeur; satisfaite d'atteindre le côté qualitatif, elle négligeait le quantitatif.

Mais on était mal préparé à s'en apercevoir. On ne manipulait d'ordinaire que des corps solides ou liquides et l'on ne se souciait guère de suivre leurs transformations à la balance. On ne savait presque rien des corps gazeux, difficiles à recueillir et à mesurer. On ne possédait, en outre, ni un instrument assez sensible, ni la connaissance des précautions à prendre pour apprécier les poids avec précision. De sorte que l'on en était arrivé à négliger complètement l'intervention de l'air dans des expériences où ce gaz, cependant considéré comme un principe élémentaire, pouvait jouer un rôle important. Et, quand un désaccord apparaissait entre un phénomène et la doctrine, on essayait de sauver cette dernière par une astuce.

C'est ainsi que la théorie du phlogistique dominait les esprits au moment où Lavoisier vint suivre, âgé d'une vingtaine d'années, les fameuses leçons de Chymie que Rouelle l'aîné (3) donnait au Jardin du Roi.

Aussitôt l'ardeur du jeune auditeur s'enflamme : les insuffisances expérimentales, les contradictions entre la théorie et les faits éclatent à ses yeux; il se lance avec passion dans l'étude des sciences de la nature et, en particulier de la chimie, avec la prescience d'innombrables et fructueuses découvertes à réaliser. Il fréquente alors les cours et excursions de Bernard de Jussieu pour la botanique, de Guettard pour la minéralogie, les enseignements de Lacaille pour l'astronomie.

Il essaye bientôt ses forces sur divers sujets scientifiques et débute en chimie en 1765, à 22 ans, par deux mémoires sur le gypse, sa composition, ses propriétés et la prise du plâtre (4).

L'attention de quelques académiciens est attirée sur lui par ces essais. Lalande, pensant « qu'un jeune homme qui avait du savoir, de l'esprit, de l'activité, et que la fortune dispensait d'embrasser une autre profession, serait très utile aux sciences » le fait admettre à l'Académie en 1768, comme adjoint-chimiste pour l'encourager.

Lavoisier disposait alors, par sa mère, très tôt disparue, d'une certaine aisance. Il ne la jugea pas suffisante pour arriver à ses fins. Il demanda et obtint d'entrer, contre une forte caution, dans l'Administration des Fermes générales, qui devait lui rapporter dans la suite d'importants bénéfices. Plus tard, après son mariage avec Marie-Anne-Perrette Paulze, fille d'un fermier général, il accepte, en outre, d'être nommé Régisseur des Poudres et Salpêtres. Cette fonction comportait la résidence et un laboratoire à l'Arsenal. Lavoisier était de mieux en mieux placé pour réaliser son grand rêve. Doué d'une extraordinaire capacité de travail, il n'y manqua pas plus que de remplir avec dévouement les devoirs que lui imposaient ses éminentes fonctions publiques.

En 1770, il fit insérer dans la publication de l'Académie des Sciences un mémoire « Sur la nature de l'eau et sur les expériences par lesquelles on a prétendu prouver la possibilité de son changement en terre ». Ce mémoire contenait la démonstration élégante, indiscutable et définitive d'une erreur due à une simple apparence : ce que van Helmont, Boyle et d'autres chimistes avaient pris pour de la terre dégagée de l'eau par un long chauffage n'était autre chose que la portion du verre de l'appareil entré en dissolution. Des pesées, effectuées avec une bonne balance qu'il avait fait construire et en prenant toutes les précautions qu'il avait reconnues nécessaires, ne laissaient là-dessus aucun doute (5). C'était le commencement de la magnifique série de recherches qui allait, en moins de quinze années, lui permettre d'accomplir cette révolution chimique dont il avait senti la nécessité et de bonne heure conçu le projet.

L'étude et l'explication des phénomènes qui accompagnent la calcination des métaux en présence de l'air lui coûta plus de peine. On savait depuis longtemps que l'étain maintenu en fusion à l'air libre se transformait peu à peu en une sorte de crasse ou, selon le langage ancien, de terre ou de chaux; on avait même observé qu'il augmentait de poids par cette transformation. Il en était de même lorsqu'on chauffait du plomb. En 1630, un médecin du Périgord, Jean Rey, publia dans un livre devenu rarissime, avoir constaté lui-même que l'étain et le plomb augmentent de poids lorsqu'on les calcine, ajoutant que ce surcroît de poids vient de l'air épais par la chaleur, lequel se mêle à la chaux (6). Aucune expérience n'était donnée en faveur de cette interprétation bizarre à laquelle on n'attacha qu'un intérêt rétrospectif lorsque Bayen s'en servit pour combattre les travaux de Lavoisier.

Environ un demi-siècle plus tard, en 1673, Robert Boyle, dans le but d'approfondir le phénomène, effectua l'expérience en chauffant de l'étain dans un matras scellé à la lampe et en prenant le soin de peser les produits, métal et chaux, avant et après l'opération. Il constata que le poids du métal avait augmenté, même

dans cette circonstance, et il conclut qu'une partie du feu avait traversé les pores du verre et s'était fixée sur l'étain (7).

Nicolas Lémery admettait une explication analogue pour le plomb dont les pores « sont disposés de sorte que les corpuscules du feu s'y étant insinués, ils demeurent liés et agglutinés dans les parties pliantes et embarrassantes du métal, sans pouvoir sortir, et ils en augmentent le poids (8).

Quant au célèbre auteur du phlogistique, j'ai dit plus haut comment il comprenait la transformation : d'une manière très simple en apparence, mais, remarquons-le maintenant, en opposition formelle avec un changement de poids par ailleurs formellement établi. Pour Stahl, en effet, l'étain et le plomb que l'on calcine perdent leur phlogistique en se transformant en terres; celles-ci sont des métaux débarrassés de leur phlogistique; elles devraient donc peser moins.

C'est probablement cette contradiction qui a le plus frappé l'imagination du jeune Lavoisier pendant les leçons de Rouelle. Et voici comment, lorsqu'il fut enfin en mesure d'examiner à son tour ce qui se passe dans la calcination des métaux, il découvrit le chemin de la raison.

Il répéta, pour commencer, l'expérience de Boyle en chauffant de l'étain en vase clos; il vérifia que le produit de la transformation pèse davantage que le métal. En outre, il découvrit ce que Boyle avait laissé échapper : lorsqu'on pèse le vase scellé avec son contenu après le refroidissement, il a le même poids qu'avant le chauffage, mais, au moment où on l'ouvre pour en extraire et peser ce qui s'y trouve, il y rentre de l'air et le poids du système augmente. Or, cette augmentation est sensiblement égale à celle qui résulte de la transformation de l'étain en terre. Pour Lavoisier, il n'y a plus de doute : quand on calcine de l'étain, une partie de l'air contenu dans le vase scellé se combine avec lui, il n'y a aucun autre apport; contrairement à la théorie courante, c'est la terre et non le métal qui est la substance la plus complexe; le phlogistique n'apparaît pas dans le phénomène.

Enfin Lavoisier fit cette remarquable observation « que la partie de l'air qui se combine avec les métaux est un peu plus lourde que l'air de l'atmosphère, et que celle qui reste, au contraire, après la calcination, est un peu plus légère. L'air de l'atmosphère, dans cette supposition, formerait un résultat moyen entre ces deux airs, relativement à la pesanteur spécifique; mais il faut des preuves plus directes, ajoute-t-il, pour pouvoir prononcer sur cet objet, d'autant plus que ces différences sont très peu considérables (9) ».

Cette observation devait conduire tôt ou tard Lavoisier à reconnaître la nature véritable de l'air atmosphérique. Il ne tarda pas à y parvenir, non pas seul, mais d'une manière très personnelle et qui fit accomplir à la science un énorme bond en avant.

Priestley, célèbre par la découverte en quelques années de la plupart des gaz alors connus, étant de passage à Paris, se rendit chez Lavoisier et lui communiqua avoir préparé en chauffant très fortement du précipité *per se* (pour nous de l'oxyde rouge de mercure) une sorte d'air qui avait la propriété d'exciter la combustion d'une chandelle, comme le faisait l'air nitreux déphlogistiqué (notre protoxyde d'azote), découvert par lui antérieurement.

Le précipité *per se* était obtenu en chauffant longtemps du mercure à l'ébullition dans une cornue. Lavoisier eut aussitôt l'intuition que le gaz dégagé par la décomposition du précipité *per se* devait être celui que le mercure était capable, comme l'étain et le plomb, d'enlever à l'air atmosphérique par un chauffage modéré. Il reproduisit l'expérience et reconnut qu'il avait pensé juste. Non seulement le gaz dégagé du précipité *per se* avive la flamme de la chandelle, mais il est respirable, il entretient activement la vie des animaux, ce que ne fait pas l'air nitreux déphlogistiqué. En multipliant ses expériences et opérant, suivant sa méthode, d'une manière quantitative, Lavoisier arriva finalement à démontrer qu'en chauffant du mercure ou de l'étain en vase clos avec de l'air, la transformation de ces métaux s'arrête lorsqu'un cinquième environ du volume de l'air a été absorbé; la partie qui se combine aux métaux est constituée par la partie salubre, l'*air vital*; le reste est une mofette, dans laquelle ni la combustion, ni la respiration ne sont possibles. En mélangeant un volume du gaz régénéré du précipité *per se* avec quatre volumes de la mofette, un peu plus tard appelé azote, on reconstitue l'air atmosphérique avec toutes ses propriétés. A la clarté de ces remarquables expériences, l'air déchoit du rang des principes élémentaires, il est un simple mélange et, une fois encore, tout se passe sans avoir à faire intervenir le phlogistique.

Ces expériences sur la composition de l'air reçurent une éclatante confirmation par les belles recherches de Scheele publiées en 1777 et en 1779. Le savant suédois réussit, en effet, à démontrer, par des méthodes différentes de celles du chimiste français, que l'air commun est un mélange d'*air pur* ou *air de feu*, qui entretient la respiration, et d'*air vicié* ou *corrompu*, mortel pour les animaux et les plantes (10).

En poursuivant les expériences que je viens de relater et en connection avec elles, Lavoisier a fait d'autres découvertes. Presque au début de sa carrière scientifique, il avait trouvé que le soufre en brûlant, loin de perdre du poids, en acquiert

en se transformant en acide vitriolique, et que le phosphore se comporte d'une manière analogue en donnant de l'acide phosphorique; plus tard, que c'est aussi le cas du charbon, lequel fournit de l'acide carbonique. C'est même la production de produits acides dans ces combustions qui a conduit Lavoisier à proposer et à maintenir dans la suite le nom d'*oxygène* pour désigner l'air vital (11).

Le cas de la combustion du charbon est particulièrement intéressant à considérer. Van Helmont avait démontré, dès le milieu du xvii^e siècle, l'existence d'un gaz, l'*esprit sylvestre*, différent de l'air commun (12). Black fit une savante étude de ce gaz en 1757, mit en évidence son caractère acide et lui donna le nom d'*air fixe* (13), ce qui correspond, en effet, à son état dans la craie et d'autres corps solides que nous nommons des carbonates. Il restait à en déterminer la composition. Lavoisier prouva avec une remarquable précision qu'il s'agissait d'une combinaison exclusive de charbon et d'air vital dans le rapport pondéral de 3 à 8. Il donna simultanément les preuves que le diamant n'est autre chose que du charbon à l'état de grande pureté; qu'au lieu de considérer le charbon comme un composé riche en phlogistique, il fallait y voir le type d'une substance élémentaire et indécomposable; il fournissait une méthode rigoureuse de dosage de cette substance, plus tard appelée *carbone*, méthode qui est restée l'une des bases de l'analyse organique élémentaire.

Une autre découverte fondamentale de Lavoisier dont je dois aussi vous parler a pour objet la composition de l'eau. De très bonne heure la question avait préoccupé Lavoisier: vous vous souvenez qu'il avait démontré dès 1770 que l'eau n'est pas un mixte libérant de la terre par le chauffage. Il a repris l'étude de la composition de l'eau à diverses reprises, mais il n'est parvenu à la résoudre qu'en 1783. Durant cette période, la même question avait d'ailleurs été abordée, au moins d'une manière indirecte, par d'autres chercheurs.

Cavendish, reprenant l'examen du gaz qui se dégage lorsqu'on ajoute de l'huile de vitriol à de l'eau contenant du fer ou du zinc, avait démontré en 1765, qu'il s'agissait d'un gaz nouveau, l'*air inflammable*; il avait reconnu que pour brûler ce gaz a besoin d'air commun et que, mélangé à lui, il fait explosion à l'approche d'une flamme (14).

Un gaz aussi singulier attira vivement l'attention des chercheurs. Quelques-uns et Cavendish lui-même le tinrent pour le phlogistique, enfin isolé. En 1777, Volta le fit exploser avec de l'air dans son eudiomètre; Warltire reproduisit cette expérience et remarqua une buée après l'explosion; ce dernier phénomène fut vérifié l'année suivante par Macquer. Mais, comme les gaz sur lesquels on opérait étaient saturés d'humidité et que l'explosion était accompagnée d'une forte contraction, on s'arrêta à penser qu'il s'agissait d'humidité ne trouvant plus un assez grand volume de gaz pour se diluer. Quant à Volta, qui n'avait pu s'apercevoir de l'apparition de buée puisqu'il opérait sur l'eau, il envisagea d'opérer aussi sur le mercure, mais c'était dans l'espérance de « pouvoir examiner le précipité, ou fluide ou solide, de sel ou de terre, qui s'attachera aux parois du verre ou à la surface du mercure... (Suivant sa pensée), ce précipité de l'air inflammable devait être un acide et celui de l'air déphlogistiqué de la terre en tout ou grande partie ». Je ne sais la suite que Volta donna à son projet, mais on doit retenir qu'il avait mesuré, dans son eudiomètre, que le gaz inflammable se combine avec l'air déphlogistiqué — c'est-à-dire l'oxygène — à peu près dans le rapport de deux volumes contre un (15).

Au courant de toutes ces découvertes, Lavoisier, avec Laplace, fit construire un appareil spécial et, le 24 juin 1783, il réalisa devant plusieurs savants la combustion d'une quantité importante de gaz inflammable avec la moitié de son volume d'oxygène. Il obtint 5 gros d'un liquide incolore qui, soumis à toutes les épreuves qu'on put imaginer, parut aussi pur que de l'eau distillée. Cette expérience n'était pas absolument quantitative, l'appareil présentant encore quelques fuites; Lavoisier perfectionna l'appareil et, en février 1785, il prépara avec Meusnier environ 45 grammes d'eau dans des conditions irréprochables.

Dans l'intervalle, pendant l'hiver de 1783 à 1784. Lavoisier et Meusnier avaient complété ce résultat en décomposant la vapeur d'eau par son passage dans un tube de fer chauffé au rouge: la quantité de gaz inflammable recueillie et celle de l'oxygène fixée par le fer correspondaient au poids de l'eau disparue et se trouvaient dans le même rapport que dans les expériences synthétiques (16).

Ainsi était établi en toute certitude et d'une manière complète, par l'analyse et par la synthèse, que l'eau n'est pas un principe élémentaire, mais un composé en proportions définies de gaz inflammable, appelé *hydrogène*, et d'air vital ou *oxygène*.

A ces découvertes fondamentales et à leur lumineuse interprétation ne se bornent pas les progrès réalisés par Lavoisier dans le domaine de la chimie et de la philosophie naturelle.

Grâce aux méthodes admirables selon lesquelles ont été exécutées ses expériences, Lavoisier a démontré, balance en mains et sans jamais avoir rencontré d'objection, que toutes substances qui se séparent ou se combinent le font sans perte ou gain de poids, il a établi la rigoureuse exactitude du précepte « rien ne

se perd, rien se se crée » qui est le premier point d'appui sur lequel repose l'édifice de la science chimique.

Il a prouvé, en outre, que l'ancien principe élémentaire auquel était attaché le caractère de combustibilité, le feu, principe devenu pour certains l'huile ou le soufre, et qui avait été remplacé, en un certain sens, par le phlogistique, n'est pas un agent matériel, mais un agent impondérable; que, si ce principe intervient dans les transformations physiques ou chimiques, pour les provoquer ou les favoriser, ce ne peut être qu'à un titre tout autre que celui des véritables éléments de la matière.

Quant à ces derniers, leur nature est devenue précise. Lavoisier les définit dans son *Traité élémentaire de Chimie*: « Les substances que nous n'avons encore pu décomposer par aucun moyen; non pas (ajoute-t-il) que nous puissions assurer que ces corps que nous regardons comme simples, ne soient par eux-mêmes composés de deux ou même d'un plus grand nombre de principes, mais puisque ces principes ne se séparent jamais, ou plutôt puisque nous n'avons aucun moyen de les séparer, ils agissent à notre égard à la manière des corps simples, et nous ne devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la preuve (17). »

Ainsi, depuis Lavoisier, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote sont des éléments; il en est de même des métaux. De plus, quand ces derniers se combinent à l'oxygène, on dit qu'ils forment des oxydes, mot plus expressif et plus précis que celui de terres ou de chaux. Le soufre, le phosphore, le carbone, substances indécomposables qui, en brûlant, produisent des acides, sont aussi rangés dans la catégorie des corps simples, mais sous le nom général de métalloïdes, pour les différencier des métaux. On n'appellera plus sels n'importe quelle substance soluble et cristallisable, comme on le faisait, par exemple, pour l'acide borique, autrefois sel sédatif; les sels seront exclusivement des combinaisons résultant de l'union d'un acide avec un oxyde. D'une manière générale, les noms des substances composées dériveront, suivant des règles très simples, édictées en commun par Lavoisier, Guyton de Morveau, Berthollet et Fourcroy (18), des noms des corps dont elles sont formées.

La brièveté du temps laissé à ma disposition pour cette allocution commémorative ne me permettait pas de passer en revue toutes les découvertes et les doctrines, même purement chimiques, de Lavoisier. J'ai dû me borner à vous parler des plus importantes. J'espère, néanmoins, avoir réussi à faire ressortir l'originalité et la puissance de l'œuvre de notre illustre compatriote, à mettre en évidence la réalité de la révolution que cette œuvre a portée dans notre Science.

Lavoisier a eu, durant sa vie et après sa mort de nombreux détracteurs. Le temps a eu raison de leurs arguments et il a rendu justice à Lavoisier: après deux siècles, tous les chimistes du monde, devenus ses adeptes, admirent les vues théoriques de ce savant de génie, ils considèrent encore ses expériences et son système de nomenclature comme les bases les plus solides de leur enseignement et de leur langage.

(1) D'après le *Manuel de Chymie* de BAUMÉ, Paris, 1763. — (2) *Mémoires Acad. Sc.*, 1705, p. 362 et 1707, p. 176. — (3) Guillaume-François ROUELLE (1703-1770), qu'il ne faut pas confondre avec son frère Hilaire Marin, dit le Jeune, lequel prit sa succession en 1770. — (4) *Œuvres de Lavoisier*, 1865, 3, 107 à 144. — (5) *Id.*, t. 2, p. 1 à 28. — (6) GOBET, *Essays de Jean Rey*, nouvelle édition, avec notes, Paris, 1777, p. 66. — (7) Robert BOYLE (1626-1691). — (8) *Cours de Chymie*, 1. — (9) *Mém. Ac. r. Sc.*, 1777, p. 365. — (10) Charles-Guillaume SCHEEL (1742-1786). — (11) *Traité élémentaire de Chimie*, 2^e édit., 1793, 2, 54. — (12) *Ortus medicinae*, 1652, Elsevier éd. à Amsterdam et trad. franç. par Le Conte, 1670, Hugueton et Barbier, éd. à Lyon. — (13) Joseph BLACK (1728-1799). — (14) Henri CAVENDISH (1731-1810). — (15) Alexandre VOLTA (1745-1827). — (16) *Mém. Ac. Sc.*, 1781, p. 269 et p. 468, reproduit dans *Œuvres*, t. 2, p. 360 et 334. — (17) Seconde édit. 1793, *Discours préliminaire*, p. xvii. Cuchet, éd. à Paris. La première édition est de 1789. — (18) *Méthode de nomenclature chimique*, 1787, Cuchet, éd. à Paris.

LAVOISIER ET LA PHYSIQUE

par M. le professeur E. DARMOIS, de la Faculté des Sciences
Secrétaire général de la Société de Physique

Ma première rencontre avec Lavoisier date de 40 ans exactement; à cette époque, élève de mathématiques spéciales, je reçus en prix le *Lavoisier*, de Grimaux. J'étais trop jeune alors et trop novice en physique et en chimie pour en tirer tout le profit qu'on peut attendre d'un tel livre; j'en avais surtout retenu les péripéties diverses de la vie de Lavoisier et sa fin tragique. Lavoisier m'était apparu comme un grand chimiste qui, à l'occasion, avait fait quelques manipulations de physique, telles, par exemple, que les mesures de dilatation des métaux qu'il effectua en collaboration avec Laplace.

Quand le Conseil de la Société chimique m'a demandé de parler de « Lavoisier et la physique », j'ai relu d'abord Grimaux, où rien n'est oublié, puis certains mémoires de Lavoisier. De ces lectures, une impression très nette se dégage; il me semble maintenant que, si Lavoisier a fait la « Révolution chimique », c'est parce qu'il était surtout physicien. Grimaux déjà arrive à cette conclusion en examinant une des premières questions que Lavoisier traita par l'expérience: la prétendue transformation de l'eau en terre. Avant Lavoisier les discussions sur les quatre éléments remplissent l'histoire de la chimie. L'élément eau se transformait, dit-on, en l'élément terre dans les conditions suivantes: l'eau qui a bouilli longtemps dans un vase de verre abandonne un résidu solide. Lavoisier effectue l'ébullition prolongée dans un « pélican », sorte d'appareil à reflux, qu'il a pesé vide avant l'expérience. Après 101 jours d'ébullition, on met à part l'eau et on repèse le pélican, il a subi une diminution de poids p . D'autre part, on évapore l'eau à siccité et on pèse le résidu sec; on trouve, aux erreurs près, le poids p , d'où la conclusion de Lavoisier: l'eau attaque le verre et en dissout une partie. Le même problème a été traité par Scheele qui, à l'analyse, reconnaît dans le résidu terreux de la silice, de la potasse, de la chaux, c'est-à-dire des constituants du verre; Scheele arrive à la même conclusion que Lavoisier. La différence des méthodes est caractéristique des deux tempéraments: Lavoisier expérimente en physicien, Scheele en chimiste.

Quand je dis que Lavoisier est surtout physicien, j'entends qu'il a toujours pensé aux mesures. De ce souci constant de la mesure dérive son emploi systématique de la balance; ses prédécesseurs se servent évidemment aussi de la balance, mais surtout pour réaliser au plus près certaines recettes de chimie. Lui, il établit avec la balance, ce que Grimaux appelle le doit et l'avoir d'une opération. En lisant ses déterminations de poids spécifique on voit qu'il pousse la mesure à sa précision la plus grande, s'occupant d'avoir les balances les plus précises, les poids les plus exacts. Même souci de la précision dans sa gazométrie, une des pierres angulaires de son œuvre. Dans ses travaux sur les fluides élastiques aériformes (1777), il apporte non seulement des mesures exactes, mais des vues prophétiques. Il conclut d'abord à l'identité de nature entre les vapeurs et les gaz et il prévoit nettement la liquéfaction des gaz. « ... Si la terre se trouvait tout à coup placée dans des régions très froides... l'air, dans cette supposition, ou au moins une partie des substances aériformes qui le composent, cesserait sans doute d'exister dans l'état de fluide invisible. Faute d'un degré de chaleur suffisant, il reviendrait donc à l'état de liquidité, et ce changement produirait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée. »

L'hiver de 1775-1776 fut précisément très rigoureux. L'Académie des sciences chargea Lavoisier, Vandermonde, Brisson et Bezout de lui rendre compte des observations sur les températures mesurées, en vue d'une comparaison avec le célèbre hiver de 1709. Quand on relit dans les vieux auteurs la naissance du thermomètre, il y apparaît comme un instrument assez mystérieux, dont le principe est mal connu, à cause des idées assez imprécises sur la nature du calorique. Réaumur avait apporté beaucoup de clarté dans la question; la Commission avait entre les mains un thermomètre à alcool, appartenant à Brisson et construit par Réaumur en 1732. Sur ce thermomètre, Réaumur avait marqué, par comparaison avec un thermomètre employé par La Hire en 1709, le « froid » de 1709. En 1775, le thermomètre de La Hire n'existait plus; seul existait le témoin de Réaumur qu'on manipulait avec tout le respect qu'on imagine. Les commissaires effectuèrent de longues vérifications et comparaisons qui mirent de tenir compte des observations de nombreux météorologistes bénévoles; il en résulta que le froid de 1709 avait été plus rigoureux que celui de 1776. Les commissaires profitèrent de leurs mesures pour donner des normes pour la construction des thermomètres (1776-1777). La dilatation du mercure est assez différente de celle de l'alcool; la Commis-

sion donna des règles empiriques permettant de faire coïncider les indications des deux thermomètres entre 0° et 25° Réaumur.

Par les travaux précédents, Lavoisier était préparé à utiliser le thermomètre pour des mesures précises; ce furent celles qu'il entreprit, en collaboration avec Laplace, sur la chaleur, dans les années 1780-1784. C'est au cours de ces recherches que les deux collaborateurs inventèrent la calorimétrie. Le mot est de formation un peu hybride, Lavoisier en fait la remarque, mais la chose est d'extrême importance. C'est avec leur calorimètre que Lavoisier et Laplace effectuèrent les mesures de chaleur spécifique, des chaleurs de combustion, de chaleur animale, etc. Leur calorimètre est un *calorimètre à glace*; le corps chaud y est introduit dans un panier en fil de fer, entouré de glace pilée; la glace fond et on pèse l'eau de fusion. Comme l'extérieur est en général à une température supérieure à 0°, de la chaleur peut entrer dans le calorimètre et fausser les mesures. Les auteurs entourent donc l'enceinte à glace d'une deuxième enceinte pleine également de glace, réalisant ainsi un « calorimètre adiabatique » dont la précision ne devait être dépassée que par celle du calorimètre de Bunsen. C'est également au cours de ces recherches que Lavoisier et Laplace firent les mesures de dilatation que j'ai déjà rappelées; leur pyromètre à dilatation est classique.

À côté de ces mesures assez généralement connues, voici un aspect plus inattendu de la physique de Lavoisier. Il fut un précurseur de nos ingénieurs éclairagistes. Depuis le règne de Louis XIV, les rues de Paris étaient éclairées par des lanternes à chandelle, dont l'installation était surtout redevable au lieutenant de police La Reynie. Une gravure ancienne représentant la foule des agioteurs rue Quincampoix, en 1720, montre que ces lanternes étaient suspendues à une corde tendue en travers de la rue. En 1729, il y avait à Paris environ 5.800 lanternes de ce genre; on se rendra compte du travail que nécessitait leur entretien quand on saura que, toutes les heures, il fallait descendre la lanterne pour moucher la chandelle. En 1745, furent introduites des lanternes contenant des lampes à huile et en 1765, le lieutenant de police, M. de Sartine, fit mettre au concours par l'Académie la question suivante : « Le meilleur moyen d'éclairer, pendant la nuit, les rues d'une grande ville, en combinant ensemble la clarté, la facilité du service et l'économie. » Lavoisier prit part au concours; il envoya un mémoire considérable. Il y étudia les lanternes à chandelle, montre que le mouchage est nécessaire puisqu'il relève l'intensité de 1 à 5. Il étudie ensuite les lanternes à huile, avec des lampes de son invention, plus petites, plus nombreuses que celles déjà employées. Enfin il étudie les lanternes à réverbère, c'est-à-dire munies de réflecteurs; ces réflecteurs peuvent être paraboliques, elliptiques ou hyperboliques, suivant qu'on veut éclairer loin de la source ou obtenir des faisceaux convergents ou divergents. Cette disposition des réflecteurs est celle que les meilleurs appareils d'éclairage ont adoptée de nos jours. Lavoisier n'eut pas le prix de 2.000 livres; il fut attribué à des concurrents qui se contentèrent de faire essayer des lanternes quelconques. Mais son mémoire révélait une telle personnalité que l'Académie ne pût moins faire que de le signaler à l'attention du Roi, qui attribua au jeune auteur (il avait 23 ans) une médaille d'or.

Les questions d'éclairage continuèrent à préoccuper Lavoisier qui, en 1783, proposa un nouveau mode d'éclairage des salles de spectacle. Dans ce nouveau mémoire, il se révèle comme un précurseur audacieux, mettant en avant des idées qu'on n'appliquera qu'au xx^e siècle. Partant du principe que la lumière doit tomber sur l'objet éclairé et non directement dans l'œil de l'observateur, il décrit pour la première fois les effets néfastes de l'éblouissement. Comparant la rampe au soleil à l'horizon, il fait remarquer que « l'espèce d'éblouissement qui en résulte nuit à la distinction des objets placés sur le théâtre ». En conséquence... « Je propose de bannir tout lustre, tout corps éclairant de la partie de la salle qui est occupée par le spectateur et d'y substituer des réverbères elliptiques perdus dans l'épaisseur des plafonds. » Un modèle réduit de salle de spectacle fut construit pour des essais; malheureusement les luminaires de l'époque ne permettaient pas d'obtenir des intensités suffisantes et l'idée de Lavoisier, beaucoup trop en avance sur son temps, ne put recevoir d'application. Rien ne dit que, s'il eut vécu plus longtemps, il n'eût pas fait faire à ces luminaires des progrès décisifs. La suite de ses recherches sur l'éclairage était consignée dans le cahier contenant les projets d'expériences qu'il se proposait d'exécuter. Dans ce domaine également, on ne peut que regretter une fois de plus qu'une intelligence aussi prodigieuse n'aie pas pu donner toute sa mesure.

LAVOISIER ET LA PHYSIOLOGIE

par M. le professeur Michel POLONOVSKI,
Membre de l'Académie de médecine.

Si l'on peut incarner en un seul homme le point de départ de toute une science, si l'on s'accorde à chercher l'origine d'une discipline moderne dans le génie de qui fit régner l'ordre où n'existait que la confusion, de « qui mit la lumière où d'autres s'égarèrent dans les ténèbres (1) », on reconnaîtra en Lavoisier le fondateur de la Physiologie générale et de la Biochimie.

Qu'était, en effet, avant lui la chimie biologique? Une suite de doctrines incohérentes, une accumulation de thèses absconses, enfouissant sous un fatras de théories erronées le petit nombre de données justes, les rares déductions logiques ou l'exceptionnelle prescience de quelque observateur clairvoyant.

Qu'est-elle devenue sous son impulsion créatrice? Une des branches les plus fécondes du savoir, le plus magnifique outil de la physiologie.

Tout artisan de la science peut apporter à l'édifice commun des matériaux utilisables, mais, seul, le génie véritable peut en modifier le plan et créer des harmonies nouvelles.

Par la pénétration de son observation, la sûreté de son jugement, l'habileté et l'ingéniosité de son expérimentation, la clarté de son esprit, le remarquable équilibre de son intelligence, le tour cartésien de sa pensée, l'étonnante diversité et l'égale profondeur de ses connaissances et, par-dessus tout, par son extraordinaire intuition, Lavoisier a bâti, sur des bases inébranlables, un des plus imposants monuments de la science contemporaine.

A une époque où l'entrechoquement des idées, le déchaînement des passions, la turbulence des masses remuaient profondément, pour le meilleur et pour le pire, les cœurs et les âmes, il n'est que plus surprenant de voir l'enchaînement et la continuité de l'œuvre de ce grand savant. Attiré dès son jeune âge par les problèmes de la physiologie, il fera tout converger vers leur solution, sans que rien ne le détourne de la claire vision qu'il a perçue, jusqu'à la preuve éblouissante de la justesse de ses conceptions et de la force de son raisonnement.

Il est difficile de se représenter la révolution que ses découvertes ont suscitée en physiologie, si on ne cherche à se replacer par la pensée dans l'ambiance des théories admises à la fin du XVIII^e siècle, alors que l'air, l'eau et le feu étaient des éléments fondamentaux et insécables.

La respiration de l'homme et des animaux donne lieu à des phénomènes trop manifestes et trop importants pour ne pas avoir attiré l'attention dès les temps les plus reculés. La nécessité de l'air pour son exercice, aussi bien que pour celui de la combustion, était d'autre part évidente. Mais l'opinion la plus répandue n'attribuait à l'air atmosphérique d'autres usages que ceux de rafraîchir le sang, lorsqu'il traverse les poumons, et de retenir par sa pression la matière du feu à la surface des corps combustibles.

Haller, dans ses éléments de Physiologie, définissait la respiration « une force adjuvante de la circulation, qui comprime le sang contenu dans l'abdomen, le chasse des artères et le renvoie plus rapidement au cœur ».

Il était donné à Lavoisier de pénétrer le caractère purement chimique de cette fonction primordiale des êtres vivants et de rétablir, tout en sapant définitivement la doctrine du phlogistique, l'unité des phénomènes d'oxydation dans les combustions, les calcinations et la respiration.

On a voulu diminuer sa gloire en découvrant de vagues antériorités, passées entièrement inaperçues, telles les hypothèses timidement suggérées par Mayow en 1669, ou par Willis en 1671, sur l'existence d'un principe, contenu dans l'air, jouant un rôle également actif dans la respiration et dans la combustion. Mais un siècle avait passé sans qu'aucun écho eût jamais été donné à ces pâles essais d'explication, et la pensée n'est-elle pas la propriété de qui peut l'héberger et lui donner une place adéquate?

Certes, avant lui, Boyle, Hales, Blacke et surtout Priestley avaient reconnu que la respiration exerce une action marquée sur l'air atmosphérique, qu'elle diminue le volume, en change la nature et le rend rapidement inapte à entretenir la vie des animaux. « Les travaux de mes prédécesseurs, remarque Lavoisier (2), ont présenté des portions séparées d'une grande chaîne, mais il reste une suite d'expériences nécessaires à faire pour former continuité. » Il les entreprend aussitôt, et groupant tous ces faits épars, il en forgera un tout homogène.

En 1776, Priestley publiait à Londres que la respiration des animaux, tout

(1) P. SCHUTZENBERGER, in *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*. Article : chimie.

(2) 20 février 1770.

comme la calcination des métaux, avait la propriété de phlogistiquer l'air qui cessait d'être respirable « au moment où il était en quelque façon saturé de phlogistique ».

Pour se conformer à la théorie de Stahl, à laquelle le monde savant adhérait unanimement, il fallait, en effet, que l'air, en passant par les poumons, enlevât à l'organisme l'excès de phlogistique dont il s'était chargé.

Ce sont ces recherches que Lavoisier reprendra, augmentera, interprétera, critiquera. Elles lui inspireront de nouvelles expériences, à la suite desquelles il se trouvera, comme il l'écrit dans son Mémoire à l'Académie des sciences du 3 mai 1777, « invinciblement conduit à des conséquences toutes opposées ».

A cette époque, Lavoisier avait déjà établi que les $\frac{4}{5}$ de l'air atmosphérique, constitués d'azote, sont incapables d'entretenir l'inflammation ou de permettre la combustion des corps et que le dernier cinquième seul, l'oxygène, est apte à ces fonctions; c'est d'ailleurs cette même partie de l'air qu'absorbe la calcination du mercure en vase clos. Enfin, il venait de démontrer, après les travaux de Cavendish, que l'eau est bien un composé d'hydrogène et d'oxygène.

En possession de ces vérités préliminaires, Lavoisier passe à l'étude de la respiration des animaux et l'assimile aux combustions, dont il vient d'éclaircir la nature. Il ne perd en effet jamais de vue les problèmes généraux qui avaient fixé dès l'abord sa curiosité et déterminé sa carrière scientifique : car, pour lui, la recherche n'a pas seulement pour fin de simplifier par raison pragmatique, mais encore de dévoiler l'unité réelle que masque la multiplicité des phénomènes sans liens apparents entre eux.

Et je ne crois pas pouvoir mieux faire que de citer ici textuellement le protocole de cette mémorable expérience (1), digne de figurer dans nos anthologies.

« J'ai mis un moineau franc sous une cloche de verre remplie d'air commun et plongée dans une jatte pleine de mercure; la partie vide de la cloche était de 31 pouces cubiques: l'animal n'a paru nullement affecté pendant les premiers instants, il était seulement un peu assoupi; au bout d'un quart d'heure il a commencé à s'agiter, sa respiration est devenue pénible et précipitée et, à compter de cet instant, les accidents ont été en augmentant; enfin, au bout de 55 minutes, il est mort avec des espèces de mouvements convulsifs. Malgré la chaleur de l'animal qui, nécessairement, avait dilaté, pendant les premiers instants, l'air contenu dans la cloche, il y a eu une diminution sensible de volume: cette diminution était d'un quarantième environ à la fin du premier quart d'heure, mais loin d'augmenter ensuite, elle s'est trouvée un peu moindre au bout d'une demi-heure et lorsque, après la mort de l'animal, l'air contenu dans la cloche a eu repris la température du lieu où se faisait l'expérience, la diminution ne s'est plus trouvée que d'un soixantième tout au plus.

« Cet air, qui avait été ainsi respiré par un animal, était devenu fort différent de l'air de l'atmosphère; il précipitait l'eau de chaux; il éteignait les lumières; ... un nouvel oiseau que j'y ai introduit n'y a vécu que quelques instants; enfin, il était entièrement méphitique et, à cet égard, il paraissait assez semblable à celui qui était resté après la calcination du mercure.

« Cependant un examen plus approfondi m'a fait apercevoir deux différences très remarquables ... entre l'air qui avait servi à la calcination du mercure et celui qui avait servi à la respiration du moineau franc: premièrement, la diminution de volume avait été beaucoup moindre dans ce dernier que dans le premier: secondement, l'air de la respiration précipitait l'eau de chaux, tandis que l'air de la calcination n'y occasionnait aucune altération...

« Cette différence et, d'autre part, la grande analogie qu'ils présentaient, à beaucoup d'égards, m'a fait présumer qu'il se compliquait dans la respiration deux causes, dont probablement je ne connaissais encore qu'une seule et, pour éclaircir mes soupçons à cet égard, j'ai imaginé l'expérience suivante:

« J'ai fait passer sous une cloche de verre remplie de mercure et plongée dans du mercure, 12 pouces d'air vicié par la respiration, et j'y ai introduit une petite couche d'alcali fixe caustique... L'effet de l'alcali a été d'occasionner dans le volume de cet air une diminution de près d'un sixième; en même temps l'alcali a perdu sa causticité; il a acquis la propriété de faire effervescence avec les acides et il s'est cristallisé sous la cloche même en rhomboïdes très réguliers; propriétés que l'on sait ne pouvoir lui être communiquées qu'autant qu'on le combine avec l'espèce d'air ou de gaz connu sous le nom d'air fixe, et que je nommerai dorénavant acide crayeux aériforme (2); d'où il résulte que l'air vicié par la respiration contient près d'un sixième d'un acide aériforme, parfaitement semblable à celui que l'on retire de la craie.

« Loin que l'air qui avait été ainsi dépouillé de sa partie fixable par l'alcali caustique eût été rétabli par là dans l'état d'air commun, il s'était au contraire rapproché davantage de l'air qui avait servi à la calcination du mercure, ou plutôt

(1) Mémoires de l'Acad. des Sciences, 1777, p. 185.

(2) Appelé bientôt par lui, acide carbonique.

il n'était plus qu'une seule et même chose; comme lui il faisait périr les animaux, il éteignait les lumières; enfin, de toutes les expériences de comparaison, que j'ai faites avec ces deux airs, aucune ne m'a laissé apercevoir entre eux la moindre différence. »

Lavoisier termine cette recherche en reconstituant l'air atmosphérique par incorporation, à chacun de ces deux résidus d'azote, du cinquième de leur volume en oxygène. Le mélange redevient alors apte à la vie du moineau, comme à l'entretien de la lumière. La respiration prive donc l'air atmosphérique de l'oxygène qu'il contient et le vicie en revanche de l'acide crayeux aériforme, ou acide carbonique.

Mais ce gaz carbonique se forme-t-il au niveau même du poumon, sous l'effet de l'oxygène inspiré, ou bien ne s'opère-t-il dans ce viscère qu'un échange entre l'oxygène, que le sang absorbe, et l'acide carbonique, que le poumon restitue en volume presque égal?

En présence de cette alternative, Lavoisier incline d'emblée vers la seconde hypothèse; il invoque que « le sang n'est rouge et vermeil qu'autant qu'il est en présence d'oxygène, qu'il devient noir dans le vide de la machine pneumatique, et ne reprend sa couleur initiale qu'en absorbant une partie de l'air au contact duquel on le replace. Ne résulte-t-il pas de tous ces faits que l'oxygène a la propriété de se combiner avec le sang et que c'est cette combinaison qui constitue sa couleur rouge? »

L'azote, de son côté, n'éprouve aucun changement pendant la respiration, et on n'observe au niveau du poumon ni dégagement ni absorption de ce gaz inerte. Lavoisier en déduit qu'on le pourrait remplacer par tout autre gaz qui ne fut ni acide, ni alcalin, ni de qualité nuisible, et confirme ce fait en soumettant un animal sans qu'il en soit incommodé à une atmosphère composée d'hydrogène et d'oxygène. Il souligne, à ce propos, la nécessité de faire absorber par de l'alcali l'excès d'acide carbonique exhalé; car il a reconnu les effets toxiques de ce composé dès que s'élève sa teneur dans l'air inspiré.

Ainsi, dès 1777, Lavoisier professait que la respiration consiste en une combustion lente d'une partie du carbone de l'organisme et il en déduisait que la chaleur animale est entretenue par la perte de calories qui se dégage au moment de la formation du gaz carbonique, comme dans toute combustion de carbone. Mais, ce n'est qu'à la suite des recherches entreprises en 1779 avec Laplace, qu'il donnera de ces phénomènes une représentation plus exacte.

La méthode de travail de Lavoisier se trouve tout entière résumée en deux phrases que nous relevons, l'une au début de son mémoire sur la Combustion, l'autre, dans son travail sur le Magnétisme animal.

« Autant l'esprit de système est dangereux dans les sciences physiques, autant il est à craindre, qu'en entassant sans ordre une trop grande multiplicité d'expériences, on obscurcisse la science au lieu de l'éclairer » ... « Une seule expérience concluante est plus précieuse qu'un grand nombre d'autres qui ne vont pas directement au but! »

Imaginer, concevoir, puis réaliser les conditions rigoureuses d'expérimentation propres à entraîner la conviction, créer, entre temps, de toutes pièces, l'appareillage indispensable; l'amener au plus haut degré de perfection, tel fut, pour chaque question abordée, le plan d'attaque qui l'a conduit à la solution des problèmes les plus difficiles de son temps.

Avec Laplace, il forge l'instrument nécessaire à ses nouvelles études: le calorimètre à glace. Cet ingénieux appareil leur permet la mesure de la chaleur dégagée lors de la combustion d'une substance ou au cours de l'entretien de la vie d'un petit animal, tout en assurant la détermination de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit.

Dès leurs premières expériences, la chaleur rayonnante d'un cochon d'Inde s'avère très voisine de la chaleur dégagée, d'autre part, lors de la seule combustion du carbone contenu dans le gaz carbonique exhalé durant le même laps de temps. L'accord semble même suffisant pour édifier une théorie de la chaleur animale.

En réalité, la quantité de chaleur dégagée par le cochon d'Inde dans le calorimètre est supérieure à celle calculée d'après le gaz carbonique recueilli: ces deux valeurs ne se rapprochent qu'après quelques corrections qui semblaient, il est vrai, justifiées par l'élimination de nombreuses causes d'erreurs. Mais Lavoisier ne se contente pas longtemps d'une telle approximation. Il reprend ses expériences, les complète, et reconnaît (1) que la respiration ne se borne pas à une combustion du carbone; car elle comprend en même temps l'oxydation d'une partie de l'hydrogène contenu dans les matériaux organiques du sang et son élimination, sous forme d'eau, soit par les poumons, soit par la transpiration insensible ou la sueur.

Cette découverte de Lavoisier est peut-être plus remarquable encore que toutes celles qui l'avaient précédée. Mais n'est-ce pas le propre du savant de ne pas accepter pour définitifs les premiers succès de ses travaux, de ne jamais s'exagérer leur

(1) Mémoire publié en 1785 dans le *Recueil de la Société de médecine.*

pouvoir d'explication, de les considérer plutôt comme des étapes, d'autant plus vite franchies qu'elles jalonnent la bonne route, celle qui permet l'accès à de nouvelles vérités et révèle de plus grandes harmonies.

En établissant définitivement, et le premier, le mécanisme intime de la respiration, Lavoisier avait montré en outre que si l'air atmosphérique fournit l'oxygène, c'est la substance même de l'animal qui constitue le combustible : « Si donc les animaux ne réparaient pas habituellement par l'alimentation ce qu'ils perdent par la respiration, ils périeraient comme une lampe s'éteint faute d'huile. »

Témoignant alors que les préoccupations de l'heure pénétraient jusque dans le laboratoire du physiologiste, Lavoisier, avec le sens social si développé de tous les penseurs de son époque, développe ainsi ces dernières conclusions : « Tant que nous n'avons considéré dans la respiration que la seule consommation de l'oxygène de l'air, le sort du riche et celui du pauvre étaient le même, car l'air appartient également à tous... mais maintenant que l'expérience nous apprend que la respiration... consomme à chaque instant une partie de la substance de l'individu, que cette consommation... augmente à proportion que l'individu mène une vie plus laborieuse et plus active, une foule de considérations morales naissent comme d'elles-mêmes de ces résultats de la physique... »

Et tout naturellement Lavoisier s'élève des données de la biochimie au domaine de l'économie politique et de la spéculation philosophique.

Sur un plan différent il prévoit l'influence des régimes, tant insuffisants que surabondants, sur l'équilibre de l'organisme et pose les premiers principes d'une diététique fondée sur les échanges énergétiques. Il entrevoit aussi d'autres curieuses conséquences : puisque la chaleur provient de l'oxydation des aliments, qu'arrive-t-il si, en plus de la chaleur, le corps produit du travail ? Ne faut-il pas un supplément de nourriture ? Chaleur et travail doivent donc être de même nature et c'est là le germe d'une des plus grandes découvertes qui ne sera explicitée qu'un demi-siècle plus tard, mais découlera directement des théories de Lavoisier !

En 1790, l'œuvre physiologique du grand chimiste se présente comme un ensemble harmonieux, qu'il résume lui-même en ces termes :

« La machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux : la respiration qui, en opérant dans le poumon, et peut-être aussi dans d'autres endroits du système, une combustion lente de l'hydrogène et du carbone produit un dégagement de calorique absolument nécessaire à l'entretien de la chaleur animale ; la transpiration, qui, par le refroidissement continué causé par ce dégagement, empêche l'individu de prendre un degré de température supérieur à celui qu'a fixé la nature ;

« la digestion qui, fournissant l'eau, l'hydrogène et le carbone, rend à la machine ce qu'elle perd par la transpiration, et rejette ensuite au dehors, par les déjections, les substances qui lui sont nuisibles ou superflues. »

Il n'est pas jusqu'au rôle de l'eau dans les phénomènes d'oxydation qui n'échappe à sa géniale intuition, quand il avance, d'une manière formelle, que cette substance, regardée comme un élément, se décompose dans un grand nombre d'opérations chimiques, notamment dans la fermentation alcoolique. Il se fait même des processus d'oxydoréduction une image d'une remarquable prescience lorsqu'il écrit : « Les effets de la fermentation vineuse se réduisent à séparer en deux portions le sucre, à oxygéner l'une aux dépens de l'autre, pour en fournir de l'acide carbonique, à désoxygéner l'autre en faveur de la première, pour en former une substance combustible qui est l'alcool. »

En modifiant peut-être les termes et en compliquant singulièrement ce schéma, un biochimiste souscrirait encore aujourd'hui à une telle représentation du catabolisme glucidique, sous l'action des enzymes de la levure de bière ! Il dirait « déshydrogéner » au lieu d'oxygéner et reporterait sur l'hydrogène l'accent que Lavoisier mettait sur l'oxygène : mais il confirmerait entièrement ce que la vision pénétrante de l'éminent chimiste lui avait fait pressentir.

Toute l'œuvre de Lavoisier est un pur joyau dont l'éclat nous éblouira toujours. Grand parmi les plus grands, sa gloire a enrichi le patrimoine inaliénable de notre pays, et s'est intégrée à son rayonnement spirituel. Chacune de ses découvertes eut suffi à immortaliser son auteur et à lui assurer la reconnaissance de la postérité.

Et en lui empruntant sa propre péroraison (1), nous pourrions dire de cet illustre français : « Il n'est pas indispensable pour bien mériter de l'humanité et pour payer son tribut à la patrie d'être appelé à ces fonctions publiques et éclatantes qui concourent à l'organisation et à la régénération des empires. Le savant peut aussi, dans le silence de son laboratoire et de son cabinet, exercer des fonctions patriotiques ; il peut espérer par ses travaux de diminuer la masse des maux qui affligent l'espèce humaine, et n'eût-il contribué par les routes qu'il s'est ouvertes qu'à prolonger de quelques années, de quelques jours même, la vie moyenne des hommes, il a droit au titre glorieux de bienfaiteur de l'humanité. »

(1) *Mémoire de l'Acad. des Sciences*, 1789, p. 185.

LAVOISIER ET L'ÉCONOMIE RURALE

par M. le professeur Maurice JAVILLIER

Membre de l'Académie des Sciences.

En tous temps, mes chers collègues, il est réconfortant de communier avec l'âme de ceux qui ont ennobli la Patrie et qui, grands citoyens, ont aussi honoré l'Humanité par la vigueur de leur pensée et la générosité de leur cœur. Combien plus précieux ce retour sur le passé en ces heures de notre vie nationale !

Mais hélas ! comment inclure l'activité si féconde et si multiple de Lavoisier dans les courts instants dont nous disposons ? Il a paru cependant qu'à côté du chimiste, du physicien, du physiologiste, il convenait d'évoquer aussi l'agronome (1).

Sans doute a-t-on voulu faire place ici à la biochimie agricole. Mais, à l'heure où Lavoisier applique son génie aux choses de la Nature, il n'y a pas encore de véritable « Chimie agricole » et, quand la guillotine abat une tête si chargée de pensées, le Révolutionnaire de la Chimie n'a pas encore eu le loisir de fonder vraiment la Chimie agronomique. Nul doute qu'il en eût été aussi l'initiateur, quand l'on songe avec quelle claire vision des choses il apprécie le rôle des plantes et des animaux dans l'évolution de la matière en notre monde, et avec quelle méthode il aborde les problèmes de la culture et de l'élevage. Mais c'est presque un demi-siècle après la mort de Lavoisier que deux hommes d'égal génie, Justus von Liebig et Jean-Baptiste Boussingault, associent sur de solides bases une science chimique agricole.

C'est donc simplement Lavoisier *agriculteur* que j'évoque ici, et, si ce n'est l'initiateur, tout au moins le *précurseur de la Chimie végétale et agricole*.

Des voyages en diverses provinces — en vue notamment de la préparation avec son maître Guettard de l'*Atlas minéralogique de la France* — donnent à Lavoisier, dès la vingtième année, occasion d'observer maintes terres cultivées, leurs particularités de composition et de structure, de constater aussi, avec la médiocrité de nos pratiques culturales, la condition misérable du paysan.

Entré à 25 ans dans la Société financière à laquelle l'État affermaient le recouvrement des impôts indirects, la « Ferme générale », Lavoisier a l'occasion de mieux mesurer encore tout le poids des charges qui pèsent sur le cultivateur et de réaliser quelle place l'agriculture doit tenir dans l'économie d'une nation, quels problèmes scientifiques, techniques, économiques pose l'exploitation rationnelle du sol.

Il ambitionne de faire de véritables « expériences agricoles », aussi strictement conduites que des expériences de laboratoire. Au Bourget, il dispose d'une ferme importante, bien familial qu'il hérite de son père en 1775. En 1778, il acquiert le domaine de Freschines, entre Blois et Vendôme, dont 144 hectares sont exploités pour son compte et 360 à demi.

Ces terres sont faiblement productives et Lavoisier perçoit aussitôt que ce peu de fertilité est lié à l'insuffisance de l'engrais. Il faut, pense-t-il justement, associer en un bon équilibre, production animale et production végétale, assurer d'abord la subsistance des animaux, créer notamment pour cela des prairies artificielles.

Je ne vous dirai ni ses expériences culturales sur luzerne, trèfle et sainfoin, turneps et pommes de terre, vesces et pois, ni ses modes d'élevage, comme le parage des moutons. J'énonce tout de suite le résultat. En sept ans, il a accru considérablement sa production d'aliments du bétail. « Mes granges et mes greniers ne peuvent plus suffire, dit-il, à l'abondance de mes fourrages ; ma récolte d'avoine excède déjà sensiblement ma consommation. » En quatorze ans — les progrès en agriculture sont, comme il le note, toujours lents — il a doublé sa récolte de blé et quintuplé ses têtes de bétail. Trouver les meilleures méthodes de culture et d'élevage, les propager en donnant l'exemple, tel est son premier but.

Ainsi, Lavoisier n'est pas un théoricien de l'agronomie ; il est un praticien. Dans la Notice qu'il écrivit en vue de sa défense devant le Tribunal révolutionnaire, il se qualifie « membre de la cy-devant Académie des Sciences » et aussi « cultivateur dans le district de Blois ».

Mais ce cultivateur sait ce qu'est une expérience bien faite et la leçon qu'il lui faut demander.

Il habite cependant peu Freschines, — il n'y fait que trois séjours de deux à trois semaines par an, « à l'époque des semences d'automne, celle des mares et celle des moissons » — mais il choisit bien ses collaborateurs et les guide strictement. Les

(1) En dehors des œuvres mêmes de Lavoisier (réunies en 6 volumes publiés par les soins du Ministre de l'Instruction publique de 1843 à 1893), on consultera notamment : E. GRIMAUD, *Lavoisier* (publié chez Alcan en 1888) ; L. et D. LEROUX, *Lavoisier* (publié chez Plon en 1928) ; Maurice LENGLEN, *Lavoisier agronome* (publié par le *Bulletin des Engrais*, en 1936) ; Maurice DAUMAS, *Lavoisier* (publié chez Gallimard en 1941).

cahiers d'expériences sont en double, à Freschines et à Paris. Chaque parcelle de terrain est exactement mesurée, et son histoire annuelle minutieusement consignée. Tout est pesé : semences, fumiers, récoltes. Et les résultats sont là qui établissent l'excellence de la méthode expérimentale et des déductions que l'on en tire.

Comment s'étonner alors de la place éminente que tient Lavoisier à la *Société d'Agriculture de la Généralité de Paris*, dont il fait partie dès 1783, au *Comité d'administration de l'Agriculture* dont il est, dès la création de celui-ci, en 1785, l'un des cinq membres, à l'*Assemblée provinciale de l'Orléanais*, où en 1787 il siège au bureau du Bien public et de l'Agriculture ?

Devant la *Société*, à la séance publique du 28 novembre 1788, il donne lecture d'un mémoire relatif à l'exploitation de la terre qu'il fait valoir aux environs de Blois. Les recueils de la *Société* ne renferment pas ce mémoire (1), ni d'ailleurs aucun autre de Lavoisier, dont, par contre, le nom revient maintes fois dans les communications de divers membres.

Au *Comité*, il organise les travaux, prévoit la diffusion des connaissances, rédige les procès-verbaux, présente maints rapports : culture du trèfle, de la pomme de terre, du maïs ; cendres de tourbe comme engrais ; carie des blés ; disette des bestiaux, parcage des bêtes à laine ; encouragements à l'agriculture ; conditions économiques de la production agricole ; création d'un Département spécial de l'agriculture. Il prépare pour les Assemblées provinciales les instructions relatives à la sélection des races, la multiplication et l'élevage des animaux ; les cultures, labours et fumures ; la durée des baux des fermiers ; le dessèchement des marais, la mouture du blé, etc...

A l'*Assemblée de l'Orléanais* où, seigneur de Villefrancœur, Freschines et autres lieux, il siège cependant parmi les représentants du Tiers, « il fait tout, anime tout » (2). La plupart des rapports sont de lui, même quand ils sont donnés comme une œuvre collective. Il traite des questions agricoles qui lui sont chères et aussi de questions financières et fiscales (diminution des frais de recouvrement des impôts, corvées, création d'une Caisse d'escompte à Orléans), de questions d'assistance (enfants trouvés, institution d'une Caisse de bienfaisance en faveur des vieillards indigents et des veuves, création d'ateliers de charité), de questions d'intérêt public (mise en valeur de la Sologne, création d'un canal de Loire à Loire), et, sur tant de sujets divers, il apporte les suggestions de son clair génie, de son âme portée à la bienveillance et éprise de justice.

Ce sont ces qualités de l'intelligence et du cœur dont il témoigne encore, lorsque, député adjoint de la Noblesse de l'Orléanais aux États Généraux, il rédige les cahiers de la Noblesse.

C'est ce même esprit d'organisation, d'ordre et de méthode qu'il manifeste dans ce mémoire inachevé « sur la Richesse territoriale de la France », dont, en 1791, l'Assemblée constituante vota l'impression, mémoire dans lequel le seigneur de Freschines ordonne en quelque sorte le territoire national, comme il ordonne sa droprété du Blésois, fait le compte de toutes les productions, prévoit tous les accroissements possibles de la richesse publique, esquisse le premier essai de statistique agricole.

Comment, en peu de minutes, analyser une si « riche matière » ? Bornons-nous à emprunter au Maître quelques phrases qui résument une doctrine, dictent un programme, traduisent l'élan de la pensée et du cœur.

« L'agriculture est le premier de tous les arts ; elle constitue la principale force de l'État », dit-il, ou encore : « L'agriculture est la première et la plus importante de toutes les fabriques. » De ce que nous produisons alors, il écrit : « Croirait-on qu'un royaume aussi essentiellement agricole que la France, qui devrait exporter des productions de toutes espèces, est à la merci de l'étranger pour une grande partie des objets de culture auxquels le sol est le plus propre ? »

A propos des impôts qui frappent durement les faibles, sont si souvent hostiles à la production agricole, et qu'il voudrait réformer, il dit : « S'il est permis de faire des exceptions en faveur de quelque ordre de citoyens... ce ne peut être qu'en faveur des pauvres. » Et encore : « Le véritable but d'un gouvernement doit être d'augmenter la somme des jouissances, la somme du bonheur et du bien-être de tous les individus », ou bien : « Le bonheur ne doit pas être réservé à un petit nombre d'hommes, il appartient à tous, » etc...

Est-ce à dire que Lavoisier, qui s'attacha de si près aux choses de la culture et de l'élevage, ne nous ait, en ces matières, rien apporté de spécifiquement chimique ?

Pour atteindre en ce domaine à des notions neuves et fécondes, il faut que la chimie repose déjà sur quelques assises sûres. Or, c'est Lavoisier qui établit les premières ; par lui, la notion d'élément chimique se dégage ; l'air et l'eau révèlent

(1) On le trouve aux *Annales de Chimie*, 1792, 15, 267 et dans les *Œuvres de Lavoisier*, t. 2, p. 812.

(2) Léonce de LAVERGNE *Les Assemblées provinciales*.

leur composition; les mots combustion et respiration acquièrent un sens précis; l'analyse organique prend naissance.

De la composition élémentaire des plantes, Lavoisier sait, d'après ses propres expériences, qu'elles sont constituées d'air inflammable ou hydrogène, d'air vital ou oxygène et de charbon. Ce sont là leurs « éléments constitutifs », les éléments « communs à toutes ». Il constate chez elles la présence d'un peu d'azote dont Berthollet avait montré l'existence dans les matières animales, — l'azote, cette « espèce de mofette qui reste après la calcination des métaux dans l'air et qui est incapable d'entretenir la respiration des animaux ni l'inflammation des corps » —; il n'envisage cependant pas cet élément comme constant et fondamental. Il reconnaît la présence du soufre et du phosphore, ce dernier dans des familles entières de plantes.

Des cendres que les végétaux abandonnent lors de la combustion, Lavoisier admet qu'elles préexistent dans les végétaux, qu'elles en représentent comme « la partie osseuse » « la carcasse ». Il marque cependant une hésitation en ce qui concerne la potasse, car, dit-il, « on n'est encore parvenu à séparer cette substance des végétaux qu'en employant des procédés ou des intermédiaires qui peuvent fournir de l'oxygène ou de l'azote, tels que la combustion ou la combinaison avec l'acide nitrique, en sorte qu'il n'est pas démontré que cette substance ne soit un produit de ces opérations ».

Des principes organiques végétaux, Lavoisier connaît surtout des acides, dont il cite 13 « constitués d'hydrogène et de carbone, incidemment de phosphore, liés à plus ou moins d'oxygène » et des « oxydes » tels que sucres, gommés, amidon, « constitués de carbone et hydrogène et de moindres quantités d'oxygène ». « Ces matières ne renferment, dit-il, ni acide carbonique, ni huile toute formée, mais elles en renferment tous les éléments. »

De la genèse et des transformations de la matière organique, dont la connaissance conditionne une évolution rationnelle de la science agronomique, Lavoisier ne sait encore que peu de choses, mais sur tout sujet auquel il touche, il jette un premier faisceau de lumière. S'il ne tranche pas catégoriquement de l'origine du carbone des végétaux, — ne fût-il pas en présence des opinions inverses de Hassenfratz et de Séguin? — il considère comme capitale l'expérience d'après laquelle une plante peut croître purement et simplement aux dépens d'eau et d'air. Le carbone de l'humus ne paraît pas indispensable. L'acide carbonique doit être source de carbone.

« Il ne peut y avoir de végétation, dit-il, sans eau et sans acide carbonique; ces deux substances se décomposent mutuellement dans l'acte de la végétation par leur latus analogue; l'hydrogène quitte l'oxygène, pour s'unir au charbon pour former les huiles, les résines et pour constituer le végétal. En même temps, l'oxygène de l'eau et de l'acide carbonique se dégage en abondance, comme l'ont observé MM. Priestley, Ingenhousz et Sennebler, et il se combine avec la lumière pour former du gaz oxygène. »

Lavoisier ne fait aucune recherche — et c'est assez curieux — sur l'intérêt que les nitrates pourraient présenter pour l'agriculture; mais Régisseur des poudres et salpêtres de 1775 à 1791, il n'organise pas seulement un service qui subviendra à meilleur compte et en abondance aux besoins de l'État, il précise les conditions techniques de production du salpêtre et discerne l'influence propre de la matière organique, de l'air et de l'eau. L'instruction de 1777 « sur l'établissement des nitrières et sur la fabrication du salpêtre », instruction si minutieuse dans ses détails, qui put être réimprimée sans modification en 1794, est entièrement rédigée par lui. Certes, il ne peut encore pressentir que la nitrification est un phénomène microbien; mais, du moins, rejette-t-il l'opinion que le nitre existe tout formé dans les plantes; qu'il passe des plantes dans les animaux et que « la putréfaction qu'on fait subir aux matières végétales et animales pour obtenir le salpêtre, n'est qu'un moyen — ce sont ses termes que je cite — de le dégager de toutes les matières dont il est enveloppé ». « L'origine du salpêtre, dit-il, est indépendante de la végétation. » La voie est ouverte aux suggestions de Pasteur, aux expériences de Schloësing et Müntz.

Depuis les premiers âges de l'humanité la fermentation alcoolique intervient dans l'obtention de boissons dites « fermentées » et dans la panification, mais, de cette fermentation, « une opération des plus frappantes et des plus extraordinaires, dit Lavoisier, de toutes celles que la chimie nous présente », l'on ne sait rien de précis. D'où viennent le gaz carbonique qui se dégage et « l'esprit inflammable »? « Comment un corps doux, un oxyde végétal, peut-il se transformer en deux substances si différentes, l'une combustible, l'autre éminemment incombustible. Pour résoudre ces questions, il faut bien connaître la nature des corps fermentescibles, les produits de la fermentation. »

C'est l'origine de ces expériences classiques où, pour la première fois, sont reconnues avec quelque exactitude les relations quantitatives qui s'établissent entre le sucre, le gaz carbonique et l'alcool.

« Les effets de la fermentation vineuse se réduisent donc à séparer en deux portions le sucre qui est un oxyde, à oxygéner l'une aux dépens de l'autre pour en former l'acide carbonique, à désoxygéner l'autre en faveur de la première pour en former une substance combustible qui est l'alcool... »

Que vienne Gay-Lussac, et la fermentation alcoolique se traduira par une équation chimique simple; Pasteur, et la fermentation alcoolique apparaîtra comme le résultat d'un mode particulier de vie d'un champignon microscopique, la levure; que viennent Buchner, Harden et Young, Fernbach et Schoen, Neuberger, Meyerhoff et les étapes et processus de la dégradation du sucre apparaîtront, le phénomène d'oxydo-réduction reconnu par Lavoisier se précisera.

Mêmes vues justes quand il s'agit de la « fermentation acéteuse », « qui exige le contact de l'air et correspond à une fixation d'oxygène », de la « fermentation putride », qui représente « une analyse complète des substances végétales », dans laquelle la totalité de leurs « principes constitutifs » se dégage sous forme de gaz et où les principes azotés, « qui favorisent merveilleusement la putréfaction » donnent lieu, comme l'avait vu Berthollet, à de l'ammoniac. « C'est dans le mélange adéquat des matières premières putrescibles que réside, dit Lavoisier, presque toute la science des amendements et des fumiers. »

Sans effort, et avec cette pénétration qui n'appartient qu'au génie, Lavoisier s'élève aux plus hautes conceptions de la philosophie naturelle. Dans le programme d'un prix à décerner en 1794 par l'Académie des sciences, il écrit ces lignes qu'il fait bon relire pour en méditer toute la portée :

« Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et en général dans le règne minéral les matières nécessaires à leur organisation.

« Les animaux se nourrissent ou de végétaux ou d'autres animaux qui ont été eux-mêmes nourris de végétaux, en sorte que les matières qui les forment sont toujours, en dernier résultat, tirées de l'air ou du règne minéral.

« Enfin la fermentation, la putréfaction et la combustion rendent perpétuellement à l'air de l'atmosphère et au règne minéral les principes que les végétaux et les animaux en ont empruntés.

« Par quels procédés la nature opère-t-elle cette merveilleuse circulation entre les deux règnes? Comment parvient-elle à former des substances combustibles, fermentescibles et putrescibles, avec des combinaisons qui n'auraient aucune de ces propriétés?

« Ce sont des mystères impénétrables.

« On entrevoit cependant que, puisque la combustion et la putréfaction sont les moyens que la nature emploie pour rendre au règne minéral les matériaux qu'elle en a tirés pour former des végétaux et des animaux, la végétation et l'assimilation doivent être des opérations inverses de la combustion et de la putréfaction. »

Ne reconnaissez-vous pas là tout le programme de la biochimie, science si étroitement liée à l'agronomie comme à la physiologie? C'est ce programme que, depuis cent cinquante ans, les successeurs de Lavoisier s'efforcent de remplir.

Aussi Lavoisier, dont nous saluons, en cette séance commémorative, la puissance de travail, la maîtrise expérimentale, la pénétration de pensée, est-il autant qu'un créateur et un novateur, un véritable Prophète de notre Science.

LES CONTINUATEURS IMMÉDIATS DE LAVOISIER

« LA SOCIÉTÉ D'ARQUEUIL »

par M. le professeur P. JOLIBOIS, de l'École Nationale Supérieure des Mines,
Président de la Société de Chimie Physique.

Lorsque des précurseurs de génie nous apportent des manières nouvelles de penser, ils poursuivent le plus souvent leur œuvre, au hasard de leurs découvertes. Et l'ensemble de leurs travaux ne nous apparaît pas immédiatement avec cette harmonie dont le développement logique satisfait seul nos esprits formés aux habitudes cartésiennes. Il est indispensable que d'autres viennent pour rassembler en un faisceau homogène les idées nouvelles et pour compléter par des découvertes supplémentaires les doctrines qu'il convient d'imposer aux générations à venir.

Sitôt la mort tragique de Lavoisier, bien que les travaux scientifiques eussent à souffrir des vicissitudes d'une époque troublée, des successeurs qui déjà de son vivant l'avaient aidé à propager ses idées surgirent de toute part. Guyton Morveau a contribué à codifier la chimie qui venait d'être créée et en fixa la nomenclature. Berthollet et Fourcroy, du haut de leur chaire magistrale, la firent connaître au monde des étudiants et Vauquelin, élève préféré de ce dernier, introduisit dans la pratique du laboratoire les préceptes analytiques qui se dégagent de l'œuvre de Lavoisier.

Le culte qui lui a été ainsi voué par des amis et par des admirateurs a très vite été célébré dans tous les pays d'Europe, mais c'est seulement 13 ans après sa mort qu'un temple s'est ouvert pour magnifier et parfaire son œuvre. Et ce temple, c'est la Société d'Arcueil.

En 1807, la Société d'Arcueil vint au monde presque par hasard. A son retour d'Afrique, Berthollet arrivé au faite des honneurs s'était retiré à Arcueil. Il y avait établi son cabinet de physique et y rédigeait le volumineux rapport de l'expédition d'Égypte. Son ami intime, le marquis de Laplace, conseiller de l'empereur, illustre mathématicien, était venu s'installer dans une maison voisine. Il avait besoin de repos pour se livrer à l'aise à la méditation scientifique que troublaient les soucis imposés par la trépidante politique de Napoléon. Berthollet, par son âge, par sa célébrité de savant, par son prestige personnel, attirait souvent auprès de lui de jeunes physiciens qui se plaisaient à la conversation d'un professeur illustre et influent. Les plus assidus étaient Biot, Gay-Lussac et Thénard. Ils aimaient se retrouver et échanger des idées. Un salon ou plutôt un cénacle s'était formé autour des deux habitants d'Arcueil. Très vite il se transforma en une association semi-officielle avec un nom, un code et un protocole. La Société d'Arcueil fut donc fondée à l'occasion d'une réunion mondaine. Pour lui donner une assise solide on la mit sous la protection du souverain qui s'intéressait sincèrement aux sciences, comme le lui commandait son titre de membre de l'Institut. Cette société eut même des statuts imprimés, bien qu'elle ne fut pas née d'une volonté organisatrice. Elle eût vécu sans tout cet appareil puisqu'elle s'était formée d'elle-même au ciment d'amitiés fraternelles, par la communion de conversations transcendantes. Pendant dix ans elle tint régulièrement ses assises, mais elle se dissocia brusquement peu de temps après la chute de l'empire, après une carrière éblouissante dont le souvenir mérite d'être célébré à plus d'un siècle de distance. Le rite des séances était toujours le même. Deux fois par mois on se réunissait un jeudi après-midi. Berthollet ou Laplace présidaient et devant une assemblée dont presque tous les membres sont parvenus à la gloire, on lisait des travaux, on discutait des idées, on commentait les découvertes récentes ou même on assistait à des expériences que le laboratoire fort bien outillé de Berthollet permettait de réaliser. Le but de la Société était la mise en commun des efforts d'un nombre strictement limité de personnes pour cultiver la physique et la chimie. Les noms des premiers sociétaires étaient : Laplace, Berthollet, Biot, Gay-Lussac, de Humboldt, Thénard, Decandolle, Collet-Descostils, Amédée Berthollet, auxquels vinrent d'adjoindre par la suite Malus, Arago, Bérard, Chaptal, Dulong et Poisson. Cette simple liste de quinze noms a suffi pour rendre célèbre une institution dont les travaux ont fait germer toute la science du XIX^e siècle. Les mémoires lus chez Berthollet ont été rassemblés en trois volumes. Certes, des découvertes importantes y sont décrites, mais ce n'est pas dans l'œuvre manuscrite de la Société d'Arcueil qu'il faut chercher l'influence prépondérante qu'elle a exercée sur les idées scientifiques de toute une époque.

Le rôle d'Arcueil a été surtout de créer une atmosphère, de susciter des discussions, d'encourager des travaux et de faire naître des idées. La vie qu'on y menait

était fort simple et très bien réglée. On arrivait vers 1 heure, on travaillait jusqu'à 4 h. 1/2, on jouait aux barres dans le jardin, on dînait et à 9 heures tout le monde était parti. Et c'était ainsi tous les quinze jours. Si restreinte qu'elle fût, cette société a fort été connue de son temps. Napoléon approuvait son activité et le jeudi, lorsqu'au Conseil Laplace, l'ancien collaborateur de Lavoisier, donnait des signes de distraction, l'empereur disait : « Messieurs, activez vos travaux, c'est jeudi, jour d'Arcueil, il faut donner la volée à M. de Laplace. »

Entre autres bienfaits, la Société d'Arcueil a noué entre Gay-Lussac et Thénard des liens d'amitié et d'affection qui ont facilité un travail en commun d'une fécondité exceptionnelle. Ces études, qui ont été consignées dans deux volumes, sont la source de toute une série d'importantes découvertes. Il n'est pas inutile de dire leur genèse.

Davy, par sa découverte du potassium et du sodium au moyen de la pile, venait d'obtenir le grand prix décerné par l'Académie des Sciences. Bien qu'on fût en guerre avec les Anglais, l'empereur lui avait fait donner un sauf-conduit pour venir en France recevoir lui-même ce prix. Mais aux yeux de Napoléon, la France subissait une défaite scientifique, aussi fit-il don au comte de Cessac, commandant l'École Polytechnique, d'une pile colossale pour obtenir, pensait-il, des résultats supérieurs à ceux de Davy. Gay-Lussac, physicien, et Thénard, chimiste, furent chargés de ces recherches et firent construire cette pile dont les éléments avaient 600 mètres carrés. C'est ainsi que commencèrent les travaux qu'ils ont eux-mêmes intitulés recherches physico-chimiques.

Cet outil, fort puissant pour l'époque, ne leur donna pas des résultats bien nouveaux, mais ils surent faire dévier leurs recherches vers une préparation des métaux alcalins par une méthode purement chimique : la réduction à haute température des alcalis au moyen de la tournure de fer. Ils avaient ainsi en abondance le sodium et le potassium qui, à cette époque, étaient considérés comme des hydrures par les uns et déjà comme un métal par Davy. L'école d'Arcueil ne semble pas s'être prononcé tout à fait définitivement sur leur nature métallique, mais Gay-Lussac et Thénard, sans trop se soucier de leur constitution, étudièrent à fond leurs propriétés avec une puissance d'observation peu commune.

La nature réductrice des métaux alcalins ne leur échappa nullement puisqu'ils s'en servirent pour isoler le bore et entrevoir le silicium. Ils découvrirent en même temps les peroxydes, nouvelle classe de substances dont Thénard devait plus tard utiliser les propriétés afin de préparer l'eau oxygénée. Le potassium et le sodium furent pour eux l'occasion d'une véritable révision de la chimie minérale, source d'une admirable moisson de faits nouveaux et de substances jusqu'alors inconnues. Citons par exemple : l'amidure de sodium, l'amalgame d'ammonium, l'acide fluorhydrique pur, le fluorure de bore. Dans leurs études ils manèrent souvent le chlore qui était encore à cette époque l'acide muriatique oxygéné; les premiers ils émirent l'hypothèse que c'était un corps simple. Mais leur opinion ne fut pas admise et c'est certainement l'influence de Berthollet qui s'exerça, si l'on en croit le rapport présenté par lui à l'Institut sur les recherches physicochimiques de Gay-Lussac et Thénard.

L'influence des physiciens d'Arcueil s'est certainement fait sentir dans les œuvres de ceux qui participaient aux discussions de la Société; tous les travaux des sociétaires portent l'empreinte d'une culture générale que l'on ne remarque jamais chez ceux qui ne sont que des techniciens. Sans cet esprit de physicien, Gay-Lussac et Thénard se seraient contentés d'isoler des substances nouvelles et d'en décrire les propriétés; ils n'auraient pas, par exemple, fait une étude détaillée de l'action du chlore sur l'hydrogène en présence de la lumière en instituant pour la première fois des expériences de photochimie. Ce qui caractérise leur œuvre, c'est justement cette vue complète de la science qui leur permet de passer des opérations presque empiriques à l'explication des faits; leur mémoire fondamentale est le premier en date dans l'histoire de la chimie où se trouvent en germe les méthodes qui, au cours du XIX^e siècle, ont amené son grand développement. Dans cette si ample moisson de faits, on trouve en effet non seulement des acquisitions concrètes sous forme de substances nouvelles, mais des explications exactes de mécanismes de réactions et surtout des méthodes inédites et fécondes comme le premier essai en date de l'analyse organique moderne par combustion au moyen du chlorate de potassium. Ces recherches physicochimiques marquent une date importante dans la science et dès leur apparition elles ont suscité l'admiration de l'Institut dont le rapport mentionne que ces travaux ont pour objet « des substances, des propriétés et des phénomènes nouveaux qui semblent constituer une science particulière élevée sur l'ancienne physique et l'ancienne chimie. » N'est-ce pas là l'extrait de naissance de la chimie physique? Le grand bénéfice de cette association, c'est justement d'avoir élargi la vue des praticiens par la discussion en commun et la fréquentation de savants ayant une origine et des métiers différents.

On sent planer sur cette assemblée l'immense ombre de Lavoisier qui, par son génie aux formes diverses, avait construit les fondations de l'impérissable édifice.

Peut-être son nom était-il rarement prononcé, son souvenir déjà estompé; mais tous étaient imprégnés de son œuvre et la continuaient inconsciemment comme travaillent les artisans ayant transformé en reflexes les balbutiements de l'apprentissage.

Dans toutes les œuvres d'Arcueil on trouve le désir d'un élan vers les routes nouvelles; Biot s'associe à Thénard pour étudier le carbonate de calcium et à eux deux ils signalent pour la première fois le dimorphisme des cristaux. De Humbolt, étranger fixé en France, ne se contente pas d'être un géographe descriptif, il est à la fois physicien, botaniste et météorologiste. Biot ne se localise pas dans l'étude de l'optique Il profite d'un séjour au bord de la Méditerranée pour pêcher un grand nombre de poissons et pour doser les proportions d'oxygène contenues dans leur vessie nataoire.

Bien que l'on fût à l'aurore de la science moderne, il ne faut pas croire, comme cela arrive souvent dans les débuts de la connaissance, que les sociétaires d'Arcueil aient été des autodidactes. Tous avaient poursuivi des études supérieures. Beaucoup d'entre eux étaient anciens élèves de l'École Polytechnique, à cette époque dans tout l'éclat de son rayonnement, et presque tous professaient dans l'Université, au Collège de France ou dans les grandes écoles.

Le plus aventurier d'entre eux semble avoir été Collet-Descotils qui, pour fuir la Terreur, s'était engagé comme novice, mais s'était assagi très vite en devenant élève à l'École des Mines, où les leçons de Vauquelin, auquel il succéda comme professeur, le dirigèrent vers la chimie analytique. Il la cultiva d'ailleurs avec un tel succès qu'on lui doit en grande partie la découverte de l'iridium.

Si la chimie a hérité, grâce à la Société d'Arcueil, de découvertes parmi les plus belles du XIX^e siècle, la physique pure n'a pas été moins bien partagée. Il ne faut pas oublier que le jeune capitaine du génie, Malus, a observé avec une telle perspicacité la lumière réfléchiée sur les fenêtres du Luxembourg, qu'il y a découvert la polarisation. Et cette propriété nouvelle de la lumière étudiée avec soin par Biot, qui dans le milieu d'Arcueil, avait fréquenté les chimistes, a été ultérieurement appliquée par lui à l'étude de la constitution des substances organiques.

Ce qui peut nous frapper dans cette association fondée sur la confiance, l'amitié et la valeur scientifique, c'est que chacun y conserve sa personnalité et que les travaux de tous gardent leur marque individuelle. Les anciens tempèrent l'audace excessive des jeunes, peut-être même trop quelquefois, comme on a pu le voir à propos de Berthollet qui influença Gay-Lussac et Thénard dans leur opinion sur la vraie nature du chlore. La variété des disciplines auxquelles chacun était soumis devait d'ailleurs être un des charmes de cette réunion. On sent que ces quelques hommes détenaient à eux seuls toutes les connaissances de leur époque. En dehors de la chimie et de la physique, une question de botanique se pose-t-elle? Decandolle pouvait y répondre. Laplace, qui avait deviné la formation des mondes, devait céder le pas à de Humboldt lorsqu'il s'agissait de la connaissance de notre globe si souvent parcouru par lui. Toutes les sciences s'étaient donné rendez-vous à Arcueil. Poisson était un illustre représentant de la géométrie, mais Berthollet lui-même et Chaptal, comte de Chanteloup, étaient médecins, médecins sans clients ayant glissé vers la chimie, et probablement incapables de soigner leur collègue Dulong qui s'estropiait périodiquement en s'acharnant à l'étude du chlorure d'azote.

On s'imagine ce que pouvaient être les conversations de tels hommes; par leur naissance ils appartenaient aux milieux les plus divers; les uns étaient riches, les autres ne vivaient que de leur travail. Certains restaient confinés dans leur laboratoire. D'autres parcouraient le monde. Il en était qui participaient au pouvoir tandis que leurs collègues restaient dans l'obscurité.

Mais tous ces hommes s'aimaient et venaient se rassembler dans la maison d'un des leurs pour contribuer au progrès de la science. Tout profit, toute ambition matérielle étaient écartés de leurs préoccupations. Ils ne songeaient qu'à la vérité qu'ils poursuivaient avec audace, mus par une curiosité passionnée. Et ces quinze hommes, qui se réunissaient par plaisir, comme l'eussent fait des artistes, ont dans ce petit village, continué pour la grandeur de la patrie, l'œuvre immortelle d'Antoine-Laurent Lavoisier.

IMPRIMERIE PAUL DUPONT. - 8-543-44. °
Autorisation S. 7, Dépôt légal 1945. 1^{er} trimestre, n° 94.
Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris.
