

La voisier et son Œuvre

Autor(en): **Marignac, Charles**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **2 (1920)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-742536>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LAVOISIER ET SON ŒUVRE

Leçon publique faite en mars 1875, à Genève
par le Professeur Charles Marignac¹.

Appelé à vous faire connaître l'un des savants les plus illustres des temps modernes, et à vous exposer les brillantes découvertes sur lesquelles il a fondé l'édifice de la chimie actuelle en renversant l'échafaudage d'explications et de théories insuffisantes et souvent contradictoires que tant de siècles avaient élevé sans parvenir à le consolider, j'éprouve, en abordant cette tâche, quelque embarras.

Si j'avais à faire devant vous l'éloge historique de Lavoisier, que pourrais-je faire de mieux que de vous lire ces pages éloquentes dans lesquelles un des plus grands chimistes de notre époque, M. Dumas, exposait, il y a quelques années, devant un auditoire sympathique, la vie de ce savant illustre dont, mieux que personne, il pouvait comprendre et admirer le génie. Mais mon but est moins de vous faire l'histoire de cet homme éminent que de vous faire connaître son œuvre et de vous exposer la série de découvertes sur lesquelles il a établi la théorie moderne de la chimie. Je passerai donc très rapi-

¹ Le manuscrit dont est tiré le présent article a été retrouvé dans les papiers de feu le professeur Marignac. Nous avons pensé qu'il y aurait intérêt, à un double point de vue, à le publier ici : d'abord parce qu'il donne, sur l'œuvre du fondateur de la chimie moderne, l'opinion personnelle d'un de ses plus éminents continuateurs ; ensuite parce qu'il fournit une nouvelle preuve de la clarté, de la précision et de l'élégance de style qui caractérisaient l'enseignement de notre regretté collègue.

La Rédaction.

dement sur l'histoire de sa vie pour m'arrêter plus longtemps sur l'état des doctrines qui régnaient à l'époque où il est venu les ébranler, les renverser et les remplacer par celles qui se sont maintenues depuis lors sans changement bien important.

En effet, pour pouvoir juger l'œuvre de Lavoisier, pour apprécier l'impulsion nouvelle qu'il donna à l'étude de la chimie et le changement complet qu'il introduisit dans ses théories, il est nécessaire de se rendre compte de l'état antérieur des connaissances chimiques, non sans doute dans tous leurs détails, mais au moins sur les questions les plus importantes que soulève l'étude de la chimie et dont la solution sert de base à toutes ses théories.

A l'époque de Lavoisier, les chimistes s'étaient déjà en partie affranchis de l'ancienne doctrine philosophique qui, faisant une distinction absolue entre la matière et ses attributs, considérait les divers corps comme formés d'une matière commune, primordiale, recevant par l'adjonction de divers principes hypothétiques, insaisissables, non susceptibles d'exister isolément, les diverses qualités par lesquelles ils se manifestent. C'est sur cette doctrine que reposait la théorie des quatre éléments d'Aristote, la terre, l'eau, l'air et le feu, par lesquels il ne faut point entendre les substances communes et bien connues désignées par les mêmes noms, mais ces principes hypothétiques communiquant à la matière quelques-unes des propriétés qui appartiennent à ces substances. C'est en s'inspirant de la même idée que les alchimistes du moyen âge invoquaient aussi, pour expliquer les propriétés chimiques des divers corps, la présence du soufre, du mercure et du sel.

Sans renoncer entièrement à ces hypothèses, les chimistes avaient appris à connaître un certain nombre de principes que leurs efforts ne parvenaient point à décomposer, qui entraient comme éléments constituants dans la composition des divers corps que l'on rencontre dans la nature, et qui par leur réunion pouvaient servir à reproduire ces corps. Plusieurs chimistes éminents, Boyle entre autres déjà en 1661, avaient mis ces principes constituants en opposition avec les éléments hypothétiques d'Aristote et des alchimistes, et déclaré que c'était d'eux seuls que la chimie avait à se préoccuper.

Cependant, pour vous donner une idée de la confusion qui régnait encore alors sur ces notions et pour vous montrer que, si l'on ne peut attribuer à Lavoisier le mérite d'avoir introduit dans la science la connaissance des véritables éléments, son influence cependant a été nécessaire pour que cette notion, fondée sur l'observation seule des faits, passât réellement du domaine de la théorie dans celui de la pratique et se substituât complètement à l'ancienne doctrine des philosophes, il me suffira de lire un passage d'un dictionnaire de chimie publié en 1778 par Macquer, chimiste distingué de cette époque, connu surtout par de nombreux traités dans lesquels nous trouvons une exposition très exacte des théories qui étaient alors admises :

« On donne, dit-il, en chimie, le nom d'éléments aux corps qui sont d'une telle simplicité que tous les efforts de l'art sont impuissants pour les décomposer et même pour leur causer aucune espèce d'altération, et qui d'autre part entrent comme parties constituantes dans la composition des autres corps qu'on nomme pour cette raison corps composés. Les corps auxquels on a reconnu cette simplicité sont le feu, l'air, l'eau et la terre la plus pure, parce qu'en effet les analyses les plus complètes et les plus exactes qu'on ait pu faire jusqu'à présent, n'ont jamais produit autre chose en dernier ressort que les unes ou les autres de ces quatre substances ou toutes les quatre suivant la nature des corps qui ont été décomposés. »

Notez qu'à l'époque où Macquer écrivait ces lignes, les chimistes avaient parfaitement constaté l'existence de plusieurs terres entièrement différentes les unes des autres et que les travaux de Priestley et de Lavoisier démontraient de la manière la plus évidente la présence dans l'air de deux principes doués de propriétés complètement opposées.

Quant aux phénomènes de combustion et à l'intervention de l'air dans ces phénomènes, les théories des chimistes étaient bien moins avancées encore, et entièrement dominées par cette idée, admise par tous les philosophes de l'antiquité et par les alchimistes du moyen âge, que la combustion consiste dans la décomposition des corps et le dégagement du principe du feu qui y était contenu, et que la présence de l'air n'est indispen-

sable à la combustion que pour offrir l'espace nécessaire pour la diffusion de ce principe.

Ces idées avaient trouvé leur expression la plus précise dans une théorie émise en 1700 par Stahl, le plus célèbre des chimistes qui ont précédé Lavoisier. Suivant lui, tous les corps combustibles renferment un principe commun, éminemment subtil, le phlogistique. C'est le dégagement violent de ce principe qui produit la chaleur et le feu que l'on observe dans la combustion. Les matières qui demeurent après la combustion sont donc pour Stahl des éléments qui, en rentrant en combinaison avec le phlogistique, reproduiront les combustibles primitifs. L'acide sulfurique, l'acide phosphorique, l'acide carbonique (air fixe), les chaux métalliques sont des corps élémentaires qui se combinent au phlogistique pour former le soufre, le phosphore, le charbon, les métaux.

La théorie de Stahl eut un grand retentissement; elle fut universellement adoptée pendant les trois quarts du 18^e siècle, c'est contre elle que Lavoisier eut à lutter. Elle constituait, en effet, lorsque Stahl la présenta, un progrès important. C'est le premier essai d'une théorie chimique générale embrassant et reliant par l'intervention d'une cause commune un grand nombre de réactions que jusqu'alors on cherchait à expliquer séparément sans voir le lien qui les unissait. Toutes les réactions réciproques qui peuvent se produire entre les substances combustibles et les produits de leur combustion, nous dirions aujourd'hui entre les éléments et les composés oxygénés, s'expliquent dans cette théorie d'une manière parfaitement satisfaisante et peuvent être prévues par elle, à une condition cependant, c'est que l'on fasse complètement abstraction des relations pondérales qui se manifestent dans ces réactions. Il est évident en effet que, si nous admettons qu'un corps en brûlant a perdu un de ses éléments, quelque subtil qu'on le suppose, il doit avoir perdu une partie de son poids; or c'est précisément le contraire que l'on observe. Là est le point faible de la théorie du phlogistique, le point par lequel elle devait nécessairement succomber.

Vous pourriez croire peut-être que cette augmentation de poids résultant de la combustion était un fait ignoré de Stahl et

de tous ses contemporains et que la théorie du phlogistique tombera dès que ce fait sera constaté. Nullement. Déjà au 8^e siècle, Geber avait signalé l'augmentation de poids des métaux par la calcination, mais sans y insister beaucoup. Puis ce fait n'est plus mentionné dans les écrits des chimistes, et ce n'est qu'au 16^e et au 17^e siècle qu'on retrouve des observations sur ce sujet et toutes sortes de tentatives d'explication, parmi lesquelles les plus heureuses, les plus conformes à nos idées actuelles furent précisément celles qui obtinrent le moins de faveur.

Cardan (1553) a constaté l'augmentation de poids du plomb par la calcination et l'attribue à la perte de la matière du feu qui donnait la vie au métal. Lefèvre (1660) l'a observée en brûlant l'antimoine au foyer d'une lentille et admet la fixation du principe de la lumière. Becher, Boyle et d'autres l'expliquent par l'absorption de la matière du feu, explication rejetée par la plupart des chimistes qui nient que le feu soit une matière pondérable.

Quelques-uns cependant sont bien près de la vérité. Jean Rey (1630) explique que l'augmentation de poids des métaux provient de l'air qui s'épaissit, s'appesantit et s'attache aux plus menues parties de la chaux métallique. Il n'entrevoit encore qu'une partie de la vérité, car il suppose que la transformation du métal en chaux est un fait indépendant de cette absorption d'air qui vient ensuite se fixer sur la chaux. Robert Hooke (1665) et surtout John Mayow (1669) sont plus avancés encore. Suivant ce dernier, l'air atmosphérique et les corps qui peuvent comme lui déterminer la conversion des métaux en chaux, renferment un principe commun, l'esprit nitro-aérien. Le feu est le résultat du mouvement violent produit par l'union de ce principe avec les particules sulfureuses du corps combustible. La combustion cesse quand l'esprit nitro-aérien contenu dans l'air est en entier absorbé par le métal, l'augmentation de poids de celui-ci est due à sa combinaison avec ce principe. Sauf l'opinion erronée de Mayow sur le rôle d'un élément sulfureux hypothétique commun aux divers corps combustibles, cette explication ne diffère pas sensiblement de celle que nous admettons.

Quelque satisfaisantes que fussent ces théories, elles eurent

peu de retentissement, et n'exercèrent aucune influence sur l'opinion des chimistes. Elles paraissent complètement oubliées au 18^e siècle, tous les chimistes s'étant ralliés à la théorie du phlogistique de Stahl. Dès lors, il n'est plus question de l'augmentation de poids qui résulte de la combustion, ou, si l'on en parle, c'est pour signaler ce fait comme une anomalie qui n'intéresse pas les chimistes et qu'il est réservé aux physiiciens d'expliquer.

Maintenant que nous avons exposé les doctrines des chimistes qui ont précédé Lavoisier sur les questions les plus importantes de la chimie, nous pourrions peut-être nous former une idée générale de l'état de cette science à cette époque.

Il me semble que ce qui la caractérise alors, c'est un singulier mélange de vérités et d'erreurs aussi bien dans les faits que dans les théories. Depuis plus de dix siècles de nombreuses générations de chimistes ont consacré leur vie à la recherche des faits et accumulé une masse considérable d'observations importantes. Mais à côté des faits établis par leurs expériences, ils en admettent également, et en grand nombre, qui ne reposent point sur l'observation, mais auxquels ils croient parce qu'ils seraient la conséquence de théories fondées sur de pures doctrines philosophiques. Je n'en rappelle comme preuve que cette opinion de Macquer, partagée par presque tous les chimistes, qu'il est établi par toutes les analyses les plus exactes que la terre, l'eau, l'air et le feu sont les principes constituants de tous les corps. On eut été bien embarrassé cependant de citer les expériences sur lesquelles repose une pareille affirmation.

Ce ne sont pas non plus les théories qui manquent, elles surabondent au contraire, mais elles sont vagues, incomplètes, n'embrassant qu'une partie des faits observés, négligeant les autres et étant souvent en contradiction avec eux. La plupart d'entre elles portent l'empreinte des anciennes idées philosophiques dont la science n'a pas encore su s'affranchir complètement, et les chimistes semblent plus préoccupés de concilier les faits avec les théories admises que de ne fonder celles-ci que sur l'observation même des faits.

Pour que la science chimique sortît de ce chaos, il fallait un

homme assez affranchi des anciennes doctrines philosophiques et de toute idée préconçue pour rejeter toute théorie qui ne reposait pas sur des preuves expérimentales, assez instruit des travaux de ses devanciers pour embrasser d'un coup d'œil tous les faits connus, assez sagace pour saisir leurs relations, leurs dépendances réciproques, pour discerner les points obscurs des explications que l'on en donnait alors et les expériences fondamentales par lesquelles on arriverait à éclaircir ce qu'ils offraient encore de mystérieux. Il fallait que cet homme sût porter l'art des expériences à un degré de précision inconnu jusqu'alors. Il fallait aussi qu'il ne fût pas seulement chimiste, mais que, formé par une étude approfondie des autres sciences, il comprît qu'aucune d'elles ne peut se développer isolément, et que la chimie ne peut se contenter d'aucune théorie qui ne serait pas d'accord avec les principes fondamentaux de la physique. Il fallait enfin que, par la réunion de toutes ces qualités, en un mot par la supériorité de son génie, il acquît parmi ses contemporains une telle autorité que l'on ne pût plus laisser tomber dans l'oubli les faits dont il aurait constaté l'existence, ni maintenir des théories contredites par ces faits.

Toutes ces conditions, et d'autres encore qui, sans être aussi indispensables, devaient largement concourir au succès de son œuvre, se trouvèrent réunies dans Lavoisier.

Antoine Laurent Lavoisier naquit à Paris le 19 août 1743. Son père, riche commerçant, mais ami des sciences et lié avec les savants les plus distingués de cette époque, ne négligea rien pour son éducation scientifique. Dans sa jeunesse il cultiva avec un égal succès presque toutes les sciences, les mathématiques, la chimie, l'astronomie, la botanique, la minéralogie et la géologie, et parut hésiter dans le choix de celle à laquelle il se consacrerait d'une manière plus particulière.

En 1764, il se fit connaître par un travail important sur les moyens les plus convenables et les plus économiques à employer pour l'éclairage d'une grande ville, question proposée par le gouvernement français. Il obtint le prix de 2000 livres affecté à ce concours, mais il le distribua entre ses trois concurrents moins favorisés de la fortune pour les indemniser des frais de leurs travaux. En 1768 il fut nommé membre de l'Académie des

Sciences et dès cette époque il se consacra presque exclusivement à la chimie.

Ce fut principalement dans le but de se faire une position qui lui permît de poursuivre ses recherches sans être arrêté par les dépenses qu'elles pourraient lui occasionner, qu'il sollicita et obtint en 1771 une place de fermier général; ayant aussi épousé la fille d'un riche fermier général, il put dès lors travailler sans se préoccuper des dépenses de son laboratoire.

Mais si les fonctions qu'il avait recherchées étaient pour lui un moyen de pourvoir aux frais de ses expériences, il ne les considéra jamais comme une sinécure. Aucun de ses collègues ne fut plus dévoué que lui aux devoirs de sa place, et l'on a peine à comprendre comment il trouva le temps d'accomplir tous ses travaux scientifiques et de ne rien négliger des fonctions administratives dont il était chargé et qui lui fournissaient de nombreuses occasions de mettre sa science au service de l'Etat et du public. C'est ainsi qu'en 1776 il fut chargé de la direction de la fabrication des poudres et y apporta des perfectionnements qui donnèrent pendant longtemps une supériorité réelle à la poudre française. Il publia plusieurs mémoires relatifs à des questions d'économie nationale. Il était appelé à faire partie de toutes les commissions chargées d'éclairer certaines questions touchant à l'application des sciences aux arts et à l'industrie et au bien-être des populations. En 1787 il était nommé membre de l'Assemblée provinciale d'Orléans; l'année suivante il fut désigné comme administrateur de la Caisse d'Escompte. Il fit partie de la commission chargée en 1790 d'élaborer un nouveau système des poids et mesures. En 1791 il présentait à l'Assemblée constituante un rapport sur les impôts, qui fut imprimé aux frais de l'Etat sous le titre de *Traité sur la richesse territoriale de la France*.

Mais tous les services rendus par Lavoisier à sa patrie, son dévouement à ses devoirs et à la science, ne le sauvèrent pas au temps de la Terreur de la hache révolutionnaire sous laquelle étaient abattus tous ceux que leur position, leurs talents ou les services rendus mettaient en évidence. Accusé, ainsi que les autres fermiers généraux, sous des prétextes futiles, de concussion ou de négligence dans la direction de la régie des

tabacs, il fut arrêté, jugé pour la forme par le tribunal révolutionnaire et exécuté le 8 mai 1794. Un savant courageux, Loysel, osa tenter une démarche auprès du tribunal pour détourner l'arrêté fatal, en essayant de faire comprendre aux juges les immenses services que rendait au pays un savant aussi distingué, tous ses efforts n'obtinrent que cette réponse : La France n'a plus besoin de savants.

Telle est en peu de mots l'esquisse de cette vie laborieuse, tout entière consacrée à la science et au bien public, et criminellement interrompue au moment où Lavoisier, encore dans toute sa force, préparait les travaux les plus importants sur une foule de questions qui s'étaient présentées à son esprit, mais qu'il n'avait pas encore eu le temps d'approfondir : sur la chaleur qui accompagne la combinaison des corps, sur l'affinité chimique, sur les fermentations et sur les phénomènes chimiques qui se passent dans les êtres organisés.

Les travaux chimiques de Lavoisier sont caractérisés par la précision des observations, l'exactitude de la description des faits, et l'exposition claire et éminemment logique des conséquences que l'on doit en tirer. Il dépasse tous ses prédécesseurs par son habileté à disposer des appareils pour l'observation des phénomènes qu'il veut étudier ; rien ne lasse sa patience, rien ne le détourne du sujet qui est le but de son étude. Il est puissamment aidé dans ses recherches de chimie par une grande érudition, une connaissance parfaite des travaux antérieurs sur les mêmes sujets. Mais ce qui le distingue surtout, c'est qu'à côté d'une vive imagination, d'une grande perspicacité qui lui fait saisir du premier coup d'œil les conséquences de ses expériences, il possède au plus haut degré l'esprit scientifique, une puissance de raison qui ne lui permet jamais de se contenter d'une explication vague telle que celles que l'on donnait jusqu'alors de la plupart des phénomènes. Tout révèle dans ses travaux un esprit supérieur, formé par une étude approfondie des mathématiques et éclairé par une connaissance parfaite des lois de la physique. Ce n'est pas lui qui pouvait se contenter d'expliquer les phénomènes de combustion par une théorie du phlogistique qui pouvait rendre compte de la corrélation des faits au point de vue purement chimique, mais en accumulant

des impossibilités qu'on laissait aux physiciens le soin de résoudre. Il embrasse et domine toutes les sciences qui ont pour objet les lois des phénomènes naturels et les fait toutes concourir à l'éclaircissement des sujets qu'il étudie.

Mais je n'ai point l'intention de passer en revue tous les objets de ses travaux ; je dois me borner à ceux qui se rapportent à la question la plus importante parmi celles dont il s'est occupé, et qui l'ont conduit à réformer complètement la science chimique, c'est-à-dire à ceux qui ont pour objet la combustion et le rôle de l'air dans ce phénomène.

La première publication de Lavoisier sur ces matières se trouve dans une note déposée en novembre 1772 à l'Académie des Sciences, dans laquelle il annonce que le soufre et le phosphore subissent en brûlant une augmentation de poids considérable, laquelle est due à la fixation d'une grande quantité d'air. Cette observation lui fait supposer qu'il doit en être de même dans la combustion des autres corps et particulièrement des métaux, et en effet il a constaté également une augmentation de poids due à la fixation d'air dans la calcination des métaux. Il a vérifié d'ailleurs cette explication par une opération inverse ; lorsqu'on réduit la litharge par le charbon, il se dégage un volume d'air considérable.

Ces observations sont le point de départ de tous les travaux ultérieurs de Lavoisier. Il a trouvé là, en effet, une série de faits importants, dont les théories admises à cette époque ne donnent aucune explication, avec lesquels même elles sont en contradiction absolue. Il en poursuivra l'étude jusqu'à ce qu'il ait trouvé cette explication.

On a cru quelquefois diminuer le mérite de Lavoisier en faisant remarquer que la plupart des faits signalés dans cette notice n'étaient pas entièrement inconnus. L'augmentation de poids des métaux par la calcination, signalée déjà par Geber au 8^{me} siècle, avait été reconnue de nouveau au 17^{me} siècle par Jean Rey, Hooke, Mayow. Ces derniers mêmes en avaient donné une explication assez satisfaisante, puisqu'ils l'avaient attribuée à une fixation d'air ou d'un principe contenu dans l'air. Mais ils n'avaient point compris l'importance de ces faits, n'avaient cherché à les relier à aucune théorie générale, ni à

établir par des expériences rigoureuses la vérité de la cause à laquelle ils les attribuaient.

Aussi leurs observations étaient-elles presque complètement tombées dans l'oubli ; elles étaient ou ignorées ou jugées sans importance par tous les chimistes du 18^{me} siècle, entièrement ralliés à la théorie du phlogistique de Stahl.

Seul Lavoisier saisit toute la portée de ces faits ; il pressent que leur explication entraînera une réforme complète des théories les plus importantes de la chimie, et s'attache par conséquent à en poursuivre l'étude dans tous ses détails.

Je ne pourrais, sans dépasser beaucoup le temps que je puis y consacrer, analyser ou même signaler toute la série de mémoires par lesquels Lavoisier fonde sa nouvelle théorie. Elle ne naquit point dans son esprit d'un seul coup et dans son ensemble. Elle résulte, en effet, d'un certain nombre d'observations relatives à des phénomènes qui se passent simultanément mais qui sont cependant, jusqu'à un certain point, indépendants les uns des autres, et dont chacun exige une étude particulière. A mesure qu'il saisit mieux les relations qui existent entre ces phénomènes, Lavoisier conçoit de nouvelles expériences, ou des modifications à apporter aux précédentes pour donner le caractère de l'évidence aux explications que découvre son génie. Il a constaté d'abord l'action de l'air déterminant l'accroissement de poids des métaux pendant la calcination, plus tard il reconnaitra que ce n'est qu'une partie de l'air qui joue un rôle dans ces phénomènes ; il sera amené par là à distinguer dans l'air atmosphérique deux principes différents, à étudier leurs propriétés et enfin à découvrir le rôle si important que joue l'un d'eux dans la formation de la plupart des corps naturels.

Je ne veux exposer ici que deux des principales expériences sur lesquelles est fondée sa théorie de la combustion et de la composition de l'air. Elles vous montreront le caractère de netteté et de précision qu'il imprimait à ses recherches, de telle sorte que chacun de ses mémoires amène une conclusion contre laquelle il n'y a plus de contestation possible.

L'une de ces expériences est relative à la calcination de l'étain dans un vase de verre hermétiquement fermé, renfermant un

volume d'air limité. Ce n'est, semble-t-il, que la répétition d'une expérience faite par Robert Boyle en 1673. Ce dernier avait constaté que, dans ces conditions, la transformation du métal en chaux était incomplète; il avait reconnu de plus que cette transformation était accompagnée d'une augmentation de poids, qu'il expliquait en supposant que le principe du feu avait traversé les parois du verre et s'était fixé sur la chaux métallique. Lavoisier répète donc cette expérience, mais il a le soin, après avoir hermétiquement fermé le vase de verre qui renferme l'étain et l'air, de le peser exactement, puis il le pèse de nouveau, après l'avoir soumis à une calcination prolongée, lorsque l'apparence du produit ne subit plus de changement; il constate alors qu'aucune variation de poids ne s'est produite, bien qu'une partie du métal soit convertie en chaux. Donc aucun élément matériel ne s'est introduit dans le vase. Il l'ouvre alors et voit l'air extérieur rentrer; il vient donc remplacer une partie de l'air qui avait disparu et qui avait servi à convertir l'étain métallique en chaux d'étain en se combinant avec lui. Une fois cet air rentré, on constate une augmentation de poids de l'appareil entier, et cette augmentation est précisément égale à celle qu'a subi l'étain lui-même. D'ailleurs, en faisant varier les conditions de cette expérience, Lavoisier constate que la quantité de métal convertie en chaux et l'augmentation de poids observée sont proportionnelles aux dimensions de l'appareil et au volume d'air qu'il renferme, mais qu'il n'y a jamais qu'une partie de l'air qui puisse ainsi être fixée par les métaux.

Cette expérience avait été faite par Lavoisier au début de ses recherches et comme moyen d'investigation; la seconde, plus complexe, mais aussi bien plus concluante par ses résultats, fut faite par lui plus tard comme confirmation de toute sa théorie. Elle repose sur une propriété particulière dont jouit le mercure et qui le distingue des autres métaux. A peu près inaltérable à l'air à la température ordinaire, il se convertit à la longue, quand on le chauffe au contact de l'air à une température de 300 à 350°, en une matière rouge, la chaux de mercure, ou mercure déphlogistiqué de Stahl, pour nous l'oxyde de mercure, et cette matière, chauffée au rouge, subit une décomposition inverse et reproduit le mercure métallique et le gaz qu'il avait

emprunté à l'air. Voici en quoi consiste cette expérience capitale :

Un ballon de verre dont le col long et recourbé s'engageait sous une cloche renversée sur une cuve à mercure, renfermant une cinquantaine de grammes de mercure et environ 50 pouces cubes d'air, était chauffé sur un fourneau de manière à maintenir continuellement le mercure dans un état de faible ébullition. Au bout de quelques heures on voit la surface du mercure se recouvrir d'une poudre cristalline rouge, et le volume de l'air diminuer, mais au bout de 5 à 6 jours la quantité de cette matière rouge ne paraît plus augmenter sensiblement ni le volume de l'air diminuer. Cependant Lavoisier maintient l'opération en train pendant 12 jours entiers. L'appareil refroidi, il constate que le volume de l'air a diminué de 7 à 8 pouces, soit environ de 17 %. Mais cet air a aussi changé de propriétés, il ne peut plus entretenir ni la combustion ni la respiration des animaux, qui y périssent immédiatement. C'est donc un principe distinct de l'air, la partie irrespirable de l'air, ce fut plus tard l'azote. D'un autre côté la matière rouge formée à la surface du mercure et pesant environ 45 grains fut chauffée au rouge dans une petite cornue de verre. Il en résulta 41,5 grains de mercure métallique et 7 à 8 pouces cubes d'un gaz parfaitement propre à entretenir la combustion et la vie, entretenant même les combustions avec infiniment plus de vivacité que l'air ordinaire. D'ailleurs, si on le mélange avec la partie irrespirable obtenue dans la première partie de l'expérience, on reproduit l'air ordinaire avec toutes ses propriétés.

Après ces deux expériences, après la seconde surtout, il ne peut plus y avoir aucun doute sur la composition de l'air et sur le rôle qu'il joue dans la combustion. Lorsqu'un corps combustible, un métal, du charbon, du soufre, du phosphore, est chauffé dans un vase fermé ne contenant pas d'air, ce corps n'éprouve aucune altération ; ainsi ce n'est ni le principe de la lumière, ni la matière du feu émanant du foyer qui déterminent ces changements qui accompagnent habituellement la calcination. Mais si l'on répète la même opération dans un vase contenant de l'air, ces changements se produisent, il y a alors réellement combustion ; mais celle-ci arrive bientôt à son terme ; une portion

seulement du corps combustible est brûlée, et cette portion est d'autant plus considérable que le volume d'air susceptible d'alimenter cette combustion est plus grand. En même temps une portion de cet air disparaît; il s'est évidemment uni au corps combustible et c'est là ce qui a déterminé le changement de propriétés et l'augmentation de poids que celui-ci a subis. D'ailleurs il n'y a qu'une petite partie de l'air, $\frac{1}{5}$ environ, qui jouisse de cette propriété de se combiner avec les corps combustibles; le reste est un gaz inerte, irrespirable, qui ne sert qu'à atténuer l'action trop énergique qu'exercerait l'oxygène pur sur les êtres animés.

C'est, vous le voyez, le renversement complet de la théorie de Stahl. Suivant ce dernier, les métaux et avec eux tous les corps combustibles, charbon, soufre, phosphore, sont des corps composés renfermant un principe commun, le phlogistique. Celui-ci se dégage dans l'acte de la combustion en laissant comme produits les éléments eux-mêmes, chaux métalliques, acides carbonique, sulfurique, phosphorique, etc. Pour Lavoisier au contraire les corps combustibles sont les éléments, la combustion consiste dans leur combinaison avec un principe matériel, gazeux, contenu dans l'air, l'oxygène. Il résulte de l'opposition exacte, mathématique, des deux théories, que toutes les relations réciproques des éléments et des corps composés, que Stahl avait réussi à embrasser dans une théorie commune, trouvent dans la théorie nouvelle une explication aussi facile en en renversant les termes, avec cette différence unique, mais capitale, que toutes les relations pondérales que l'on peut observer dans ces réactions, en contradiction absolue avec les explications fondées sur la théorie du phlogistique, sont au contraire parfaitement d'accord avec les prévisions de la théorie de Lavoisier et donnent la preuve rigoureuse de son exactitude.

Les expériences relatives à la calcination des métaux présentent un caractère particulier de simplicité et de netteté, dû à ce que ces corps en brûlant, c'est-à-dire en se combinant avec l'oxygène de l'air, ne donnent naissance qu'à des composés solides, non volatils, qu'il est facile de recueillir et de peser. Aussi fut-ce principalement sur l'étude de ces phénomènes que Lavoisier fonda sa théorie, mais il en constata également l'exac-

titude et la généralité en soumettant aussi à une étude approfondie la combustion des autres corps comme le soufre et le charbon, qui ne diffère de celle des métaux qu'en ce qu'elle donne lieu à des produits gazeux qu'il est plus difficile de recueillir. On peut même remarquer que ces corps présentent lorsqu'on les brûle une augmentation de poids bien plus considérable que celle que les métaux subissent dans les mêmes circonstances. Le soufre double de poids en se changeant en acide sulfureux, 3 parties de charbon en fournissent 11 d'acide carbonique. Il est probable que si les anciens chimistes avaient connu les moyens que nous avons maintenant pour recueillir les produits gazeux de la combustion, et s'ils avaient eu la moindre idée d'une augmentation de poids aussi considérable, jamais la pensée d'expliquer la combustion par le dégagement d'un principe subtil perdu par le corps combustible ne serait née dans leur esprit.

Je ne pense diminuer en rien le mérite de Lavoisier si j'ajoute qu'il a fait servir à l'établissement de sa théorie non seulement ses propres recherches mais aussi celles qui étaient faites à la même époque par d'autres savants et dont quelques-unes avaient une grande importance, bien que leurs auteurs mêmes n'eussent pas compris le parti qu'on pouvait en tirer. Ainsi, bien qu'il eût dès l'année 1773 reconnu qu'une partie de l'air seulement peut être fixée par les métaux et détermine leur conversion en chaux, que l'air par conséquent doit renfermer deux principes distincts, ce n'est pas lui qui a le premier isolé cet élément de l'air et étudié ses propriétés. La découverte de l'oxygène et de l'énergie avec laquelle il entretient la combustion fut faite en 1774 par Priestley, chimiste anglais, célèbre par ses recherches sur les gaz, mais qui comprit si peu le jour que jetait cette découverte sur les phénomènes de combustion qu'il combattit toute sa vie les doctrines de Lavoisier, demeurant jusqu'à la fin fidèle à la théorie du phlogistique.

Cette exposition du système de Lavoisier serait incomplète si je n'ajoutais quelques mots sur la découverte de la composition de l'eau. Cette substance joue, en effet, un rôle si fréquent dans les phénomènes d'oxydation des métaux, que bien que la question relative à sa composition semble tout à fait distincte de

celles qui viennent de nous occuper, il était impossible cependant de constituer, avant de l'avoir résolue, un système complet donnant une explication satisfaisante de ces phénomènes.

Depuis longtemps les chimistes avaient constaté que lorsqu'un métal a été dissous par un acide, la solution le renferme dans un état semblable à celui auquel l'amène la calcination, c'est-à-dire à l'état déphlogistique suivant Stahl, à l'état de combinaison oxygénée suivant Lavoisier. D'où lui est venu l'oxygène qui s'est combiné avec lui, le point fut longtemps l'objet des recherches de Lavoisier. Il avait constaté d'abord que dans plusieurs cas cet oxygène est fourni par une partie de l'acide employé pour dissoudre le métal; ainsi quand on traite le cuivre, le mercure, l'argent par l'acide sulfurique ou l'acide nitrique, une partie de ces acides est ramenée à l'état de nouveaux acides sulfureux et nitreux; et Lavoisier avait constaté que ces derniers renfermaient moins d'oxygène que les acides primitifs. Sa théorie était donc parfaitement satisfaisante dans ce cas.

Mais souvent un métal se dissout sans qu'il y ait formation d'un acide moins oxygéné, ainsi quand on dissout le fer ou le zinc par l'acide sulfurique étendu d'eau. Or, dans ce cas, on observe le dégagement d'un gaz inflammable, signalé déjà par Boyle (1672) mais étudié plus récemment par Cavendish (1766) et surtout par Priestley (1772). La production de ce gaz inflammable permettait aux partisans de la théorie de Stahl d'expliquer la réaction qui se passait alors; c'est dans ce gaz, en effet, que devait se trouver le phlogistique que le métal avait dû perdre pour entrer en dissolution, aussi quelques chimistes supposaient-ils que ce gaz pourrait bien être le phlogistique lui-même.

C'est pendant que Lavoisier continuait ses recherches sur la dissolution et l'oxydation des métaux que survint l'importante découverte faite en 1782 par Cavendish que la combustion de ce gaz inflammable produisait l'eau, et que le poids de l'eau formée correspondait assez bien à celui du gaz brûlé augmenté de celui de la portion de l'air qui s'était combiné avec lui. Cette expérience fut bientôt communiquée à plusieurs savants, entre autres à Watt et à Priestley. Ils y virent une confirmation de la théorie de Stahl. Le gaz inflammable était donc bien le phlogistique, ou un corps très riche en phlogistique, et l'eau une combinaison

de ce gaz avec la partie de l'air qui entretient les combustions, c'est-à-dire l'air déphlogistiqué de ce temps-là.

Lavoisier eut connaissance de ces faits pendant l'année 1783, c'est un fait incontestable. Est-ce la connaissance qu'il en eut qui le dirigea dans ses recherches sur la production du gaz inflammable lors de la dissolution des métaux, et qui le détermina à reprendre sur une plus grande échelle et avec des méthodes plus rigoureuses l'expérience de Cavendish relative à la combustion de ce gaz et à sa conversion en eau par sa combinaison avec le gaz oxygène? ou bien, comme il l'a soutenu, ces faits ne lui furent-ils révélés que pendant que lui-même avait entrepris avec Laplace des recherches analogues, c'est ce qu'il est impossible de dire avec certitude. Mais la réponse à cette question, quelle qu'elle puisse être, ne me paraît rien changer aux titres de gloire des savants qui y sont intéressés.

Cavendish le premier, évidemment, a constaté que l'eau était un corps composé, mais ni lui, ni Watt, ni Priestley n'ont rien vu dans ce fait qui ébranlât leur confiance dans les anciennes doctrines chimiques. Lavoisier au contraire voit immédiatement dans ce fait ce complément important qui manquait jusqu'alors à sa théorie, l'explication qu'il cherchait depuis longtemps de la manière dont se produit l'oxydation des métaux lorsqu'ils se dissolvent dans les acides étendus. L'eau est un composé d'oxygène et d'un nouvel élément, l'air inflammable auquel il donne désormais le nom d'hydrogène. Cette eau se décompose pour céder son oxygène aux métaux et les transformer ainsi en oxydes basiques susceptibles de se combiner aux acides; l'hydrogène de l'eau se trouve libre et se dégage.

Dès cette époque (fin de 1783), tous les éléments de la théorie de la combustion, de la composition de l'air et de l'eau sont réunis, toutes les réactions s'expliquent naturellement. Aussi Lavoisier s'attache-t-il dès ce moment à combattre la théorie du phlogistique, à montrer que l'existence de ce principe est purement hypothétique et que bien loin d'éclaircir les réactions chimiques elle ne sert qu'à les compliquer. Tous les phénomènes physiques et chimiques s'expliquent sans qu'il soit besoin de recourir à cette hypothèse, elle doit donc être rejetée.

Malgré la persévérance avec laquelle Lavoisier soutint cette

théorie, malgré l'évidence des faits et la clarté de son argumentation, les chimistes furent longtemps encore avant de l'adopter. Ce furent surtout les physiciens et les mathématiciens qui s'y rangèrent les premiers. Laplace, Meusnier, Monge, puis plus tard seulement les chimistes, Berthollet en 1785, Fourcroy en 1786 et enfin Guyton de Morveau. Bientôt tous ces savants s'unissent pour créer un nouveau système de nomenclature chimique fondé sur le système de Lavoisier qui dès lors ne rencontra plus guère d'opposition.

Le fait que je viens de signaler, l'adoption immédiate des théories nouvelles par les physiciens et les mathématiciens, comparée à la lenteur avec laquelle elles furent acceptées par les chimistes, est important à noter. Il fait bien ressortir et le caractère propre du génie de Lavoisier et celui du changement qu'il apportait dans la méthode de la chimie. Précision dans les expériences, rigueur dans les conclusions, c'est bien là le caractère distinctif de ce savant, et c'est précisément ce qui avait manqué jusqu'alors à la chimie.

L'hypothèse, point de départ de toute théorie et de tout progrès scientifique, n'est justifiée que si elle s'appuie sur des faits établis d'une manière incontestable; elle ne peut être présentée comme la base d'une théorie que lorsqu'elle explique ces faits de la manière la plus ingénieuse; qu'un seul fait exactement observé soit en contradiction avec elle, elle doit être irrévocablement rejetée. C'était le renversement complet des méthodes jusque-là adoptées et qui consistaient presque à imaginer pour chaque fait une théorie sans s'embarrasser de savoir si d'autres faits n'étaient pas en contradiction avec elle. Là, me semble-t-il, est le grand mérite de Lavoisier. Il a élevé la chimie au niveau qu'avaient déjà atteint la physique et l'astronomie, il l'a mise au rang des sciences qui ne sont fondées que sur des faits exactement observés et qui n'admettent que des théories basées sur ces faits par le raisonnement le plus rigoureux.
