

Pietruska, Elżbieta

Principes méthodologiques d'Antoine Lavoisier

Organon 7, 209-229

1970

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Elżbieta Pietruska (Pologne)

PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES D'ANTOINE LAVOISIER

«Créateur de la chimie moderne», «père de la chimie» — voici les définitions attribuées par les historiens de la science à Antoine W. Lavoisier. Ces titres honorables ont été donnés à un savant qui n'a décrit aucune nouvelle combinaison chimique et n'a fait que très peu d'expériences inconnues auparavant. Nous savons aussi qu'il ne fut pas le premier à apercevoir et à formuler ce que les historiens considèrent comme ses découvertes les plus précieuses: le rôle de l'oxygène dans la combustion, l'application des recherches quantitatives et le principe de la conservation de la matière.

Le schéma stéréotypé d'après lequel une découverte scientifique consiste à apercevoir et à désigner des règles ou des phénomènes nouveaux et inaperçus auparavant ne permet pas d'apprécier les mérites de Lavoisier auxquels on doit appliquer un critère tout différent.

Les expériences ayant inspiré Lavoisier n'étaient pas nouvelles. Il répétait ce que d'autres chercheurs avaient déjà fait. Mais pour eux leurs expériences signifiaient autre chose que pour Lavoisier car il expliquait différemment les phénomènes observés et tirait des conclusions nouvelles. En bref, il réinterprétait les opérations faites et décrites par d'autres. Comme suite à la nouvelle interprétation, non seulement les expériences dont les résultats se conciliaient difficilement avec la théorie du phlogistique, en vogue à cette époque, mais aussi les expériences que cette théorie expliquait, ont reçu un nouveau sens et sont devenues un argument en faveur d'une théorie nouvelle. Lavoisier savait apercevoir ce qu'il y a de précieux dans les oeuvres des savants d'époques révolues, il savait en faire un tout et leur leur acquis en une conception théorique commune. Il coordina ainsi nombre de thèses séparées, d'observations qu'on croyait indépendantes, de fragments isolés de la science chimique. Tout en profitant des observations d'autres chercheurs, Lavoisier

gardait une attitude critique qui toutefois ne l'empêchait pas d'apprécier leur importance, jamais comprise avant lui. Il savait aussi donner une juste valeur au rôle des règles qu'il avait lui-même formulé. Ainsi naquit une théorie cohérente où, par exemple, la notion de l'élément chimique n'est pas une catégorie isolée, mais possède un sens empirique et se trouve liée avec le principe de la conservation de la matière. Grâce à l'établissement d'une liaison entre la notion de l'élément et le principe de la conservation il devenait sensé d'introduire des calculs quantitatifs ce qui, à son tour, permettait de définir la composition de la substance. Enfin, la composition d'une combinaison décidait du nom que Lavoisier donnait à cette dernière etc.

Liebig, le grand chimiste allemand, avait dit de Lavoisier: «Son mérite et sa gloire immortelle consistent dans le fait qu'il inspira le monde de la science d'un nouvel esprit». Ce «nouvel esprit» c'est justement sa pensée théorique qui permit de comprendre les phénomènes étudiés par la chimie et détermina la direction du développement ultérieur de cette science.

Du temps de Lavoisier vivaient et travaillaient beaucoup d'autres chimistes éminents tels que Scheele, Priestley et Cavendish. Mais tout en étant ses contemporains ils appartenaient à des époques différentes. Cavendish, Scheele et Priestley illustraient le déclin de celle qui se terminait, Lavoisier commença une époque nouvelle. Alors qu'eux consacraient leur extraordinaire talent à la défense des opinions anciennes, Lavoisier dirigea la chimie vers une voie entièrement nouvelle.

La question se pose pourquoi ce savant précisément joua un rôle tellement exceptionnel. On peut supposer qu'une importance toute particulière eut la méthode de recherche dont il se servait. C'est pour cette raison justement que les traits caractéristiques de son attitude en tant que chercheur et l'originalité de sa méthode font un objet digne d'études.

Le but de l'ouvrage présent n'est donc pas d'analyser l'oeuvre complète d'Antoine Lavoisier car ce n'est pas notre intention d'énumérer tous les mérites de ce savant dans le domaine de la chimie. Le contenu de ses découvertes a dans ce cas-là une importance secondaire et possède seulement une signification dans la mesure où sa connaissance est indispensable pour comprendre comment ces découvertes ont été faites.

De ce point de vue le plus frappant dans l'acquis de Lavoisier est ce qu'on pourrait définir comme destitution de la théorie du philologiste. Une analyse de cette partie de son oeuvre permettra de comprendre le mode de recherche du savant qui détermina un tournant dans l'essor de la chimie. L'analyse doit être précédée d'une esquisse de la toile de fond sur laquelle apparut l'oeuvre de Lavoisier: il nous faut donc présenter l'acquis déjà existant de la chimie et mettre en relief ses traits caractéristiques.

*

La chimie en tant que science autonome naquit dans la seconde moitié du XVII^e siècle. Nouvellement créée elle avait cependant des traditions anciennes et riches. Bien qu'il n'ait pas existé de chimie comme discipline scientifique autonome, avec son propre objet et ses propres méthodes, le savoir chimique se développait depuis les temps les plus anciens.

En parlant des sources de la science chimique les historiens citaient en premier lieu l'alchimie. En effet, les traités d'alchimie ont donné un certain nombre d'informations sur les substances et leurs propriétés tout comme sur la technique de laboratoire.

Un facteur de très grande importance pour le développement de la chimie étaient les connaissances pratiques accumulées pendant des siècles et transmises d'une génération à l'autre. C'était un matériel de fait exigeant des généralisations, une base sur laquelle on pouvait structurer la chimie théorique qui, faible tout d'abord, commença à se développer rapidement. L'essor de ces connaissances pratiques suivait deux courants principaux. On pourrait définir le premier comme industrie chimique et placer le deuxième dans la cadre des sciences médicales. Dans le domaine de l'industrie chimique on publia beaucoup de livres écrits — à l'opposé des traités alchimiques — dans un langage clair et compréhensible non seulement pour les initiés; dans celui des sciences médicales — des oeuvres où la pensée rationnelle s'entremêle souvent au préjugé et à la superstition, mais qui avaient le mérite indubitable d'avoir découvert beaucoup de substances inconnues et d'avoir défini leurs propriétés.

Toutefois les premiers théoriciens de la chimie nouvellement née ne s'appuyaient pas seulement sur le matériel empirique. Une certaine influence avait aussi la philosophie de la nature qui se développait indépendamment des connaissances pratiques. Les ouvrages des premiers chimistes trahissent l'esprit de l'époque et portent l'empreinte de son climat intellectuel formé par les savants célèbres des XVI^e et XVII^e siècles tels que Copernic et Bruno, Bacon et Galilée, Kepler et Descartes qui tous ont eu une influence incontestable sur le développement ultérieur des sciences empiriques.

Robert Boyle fut celui qui contribua de façon décisive à la synthèse des deux courants mentionnés de la chimie. Non seulement expérimentateur excellent, mais aussi intercesseur — comme enfant de son époque — de l'atomisme et de la philosophie mécaniste, il a contribué par ses recherches à faire de la chimie une science autonome.

Comment définir le plus généralement l'état de la chimie au XVII^e siècle?

On connaissait, certes, une énorme quantité de substances, mais on ne savait pas expliquer les dépendances entre les différentes combinaisons chimiques. On observait les changements qualitatifs des substances

intervenantes dans certaines conditions, mais on ne savait pas expliquer les phénomènes observés. Manquait une théorie qui aurait fourni des critères permettant de systématiser les combinaisons chimiques connues et d'expliquer les processus observés. La grande quantité du matériel de fait exigeait des généralisations.

En cherchant une telle théorie, J. E. Stahl décida de recourir à la notion du phlogistique introduite par J. J. Becher pour expliquer les processus de la combustion.

En 1697 on a publié la théorie dite du phlogistique. L'idée principale de laquelle elle partait était que les substances combustibles contiennent une certaine quantité d'une substance spécifique sans poids, appelée phlogistique, et que le processus de combustion consiste dans son dégagement de la matière enflammée. Stahl rapporta cette idée à d'autres processus et créa de cette façon la théorie des réactions chimiques.

Stahl s'intéressait tout particulièrement au phénomène de la « calcination » des métaux car dans ce processus l'état métallique — considéré alors comme parfait et privilégié — se transmue en un produit « terreux », dit la « chaux métallique ». On considérait cette perte de perfection comme résultat d'une réduction de quelque chose. Cette chose aurait été le phlogistique.

Voilà le genre de spéculations intellectuelles qui justifiaient cette théorie. Mais le dégagement du phlogistique pendant la combustion pouvait être « vu » et on pouvait s'en convaincre car dans certains processus il se transmuait en chaleur et en lumière et dans d'autres il revêtait la forme de bouffées de fumée qui s'élevaient au-dessus des substances réactives.

La théorie de Stahl fait concevoir le processus de la combustion:

substance combustible — phlogistique → terre

alors que le phénomène de la « calcination des métaux » y est représenté par le schéma:

métal — phlogistique → chaux métallique

L'opération citée ci-dessous permet de recouvrer la substance initiale:

chaux métallique + phlogistique → métal

Dans les réactions de ce type le phlogistique pouvait se dégager, par exemple, du charbon de bois riche en cette substance.

Les substances contenant beaucoup de phlogistique, telles que le charbon, le soufre ou le phosphore, brûlent facilement et intensivement en donnant une flamme très vive. Dans le cas des substances moins riches en phlogistique le processus analogue se déroule plus docuement.

Lorsqu'une grande quantité d'un corps riche en phlogistique brûle dans un récipient fermé, la réaction cesse à un moment donné. C'est parce que tout l'air contenu dans le récipient est saturé de phlogistique et devient incapable d'en recevoir une plus grande quantité.

Voilà un exemple comment la théorie du phlogistique explique le mécanisme de la combustion du soufre. La combustion, consistant dans la déperdition d'une certaine quantité de phlogistique, s'accompagne d'un dégagement visible de celui-ci sous forme d'une fumée. Le soufre se transmue en acide sulfureux (exactement: en anhydride). Quand la combustion continue le phlogistique se réduit encore davantage et apparaît l'acide sulfurique plus fort (anhydride). On peut provoquer une réaction inverse en ajoutant du phlogistique à l'acide sulfurique. A cette fin peut servir aussi le charbon de bois. On obtient alors l'acide sulfureux et, continuant cette opération, on recouvre le soufre pur. L'enregistrement schématique de ces processus se présente comme suit:

soufre — phlogistique → acide sulfureux

acide sulfureux — phlogistique → acide sulfurique

et le processus inverse:

acide sulfurique + phlogistique → acide sulfureux

acide sulfureux + phlogistique → soufre.

La théorie du phlogistique a donc uniformisé l'explication des différents processus chimiques en les interprétant comme réactions à la transmutation de celui-ci. Elle permet aussi d'introduire un certain ordre en donnant des fondements théoriques à la systématisation des substances connues.

Le rangement des métaux déjà connus, à partir des métaux vils jusqu'aux métaux précieux, des métaux facilement solubles dans l'acide jusqu'aux métaux difficilement solubles ou insolubles, est un rangement selon la facilité avec laquelle le phlogistique se dégage sous l'influence de la chaleur pendant la transmutation des métaux en «chaux métallique»; les métaux précieux ne subissent pas cette transmutation.

La théorie que nous présentons permet d'élaborer de nouveaux moyens pour obtenir certaines substances chimiques à l'échelle technique et jeta une lumière sur les méthodes longtemps appliquées dans les techniques. On fondait, par exemple, certains métaux du minerai en chauffant ce dernier à l'aide du charbon. Le charbon, comme on le croyait, cédait le phlogistique au minerai, ce qui se laisse enregistrer comme suit:

minerai + phlogistique → métal

La période à laquelle régnait la théorie du phlogistique se caractérisait par un énorme progrès dans la recherche scientifique. C'est l'époque des découvertes des chimistes célèbres tels que Priestley, Cavendish, Back, Scheele. Les recherches incessantes afin d'examiner et d'isoler le phlogistique ont donné l'essor à la chimie des substances gazeuses. On a découvert, entre autres, le chlore, le nitrogène et l'oxygène.

Ainsi, la théorie du phlogistique expliquait les processus observés, systématisait le matériel recueilli depuis des siècles, permettait même de conjecturer et de diriger efficacement le cours de la réaction.

Il est incompréhensible pourquoi les historiens de la chimie s'étonnent de la foi obstinée des chimistes en cette théorie fausse du point de vue de la science d'aujourd'hui. Nous ne pourrions comprendre pourquoi les chimistes tenaient à la théorie du phlogistique si nous regardons cette question sous l'angle de la science actuelle et si nous voyons au premier plan les faits qu'elle nous oblige d'apercevoir; mais cela nous semblera moins singulier quand nous ferons l'effort de comprendre le climat de l'époque et d'apercevoir que ce premier plan était alors tout autre.

La théorie du phlogistique avait assez de force pour dominer les plus grands esprits, même à l'époque de Lavoisier quand la chimie dépassait visiblement son cadre déjà trop étroit. Les expériences décrites ci-dessous en serviront d'exemple. Il semble aujourd'hui qu'elles mettaient en doute la théorie alors en vogue et créaient un fondement pour une conception adéquate des processus de combustion. A l'époque, Schelle, Priestley et Cavendish avaient fait tout leur possible pour concilier ces processus avec la théorie du phlogistique.

Scheele plaça dans une ampoule une portion de phosphore, ferma l'ampoule et ensuite alluma le phosphore qui se mit à brûler d'une forte flamme. Scheele eut immédiatement une explication pour la présence du feu: c'est le phlogistique qui se dégage du phosphore. Il considérait que le sédiment formé sur les parois du récipient — produit de la réaction — était du phosphore dépourvu de phlogistique. Poursuivant l'expérience, il refroidit l'ampoule et plongea son col dans un récipient contenant de l'eau. Après qu'il eut ouvert le robinet, l'eau s'éleva dans le col de l'ampoule (nous savons aujourd'hui que c'était le résultat d'une déperdition d'air). Le savant en tira la conclusion que le phlogistique dégagé du phosphore se combina avec une partie de l'air et s'échappa de l'ampoule par le verre. En examinant le gaz qui restait dans l'ampoule, Scheele constata qu'il éteint un morceau de bois résineux enflammé. Selon lui cet air n'était pas capable d'absorber le phlogistique et pour cette raison éteignait le bois résineux qui dégageait le phlogistique.

On remarque facilement qu'une simple réimprétation des phénomènes décrits aurait pu conduire à une explication adéquate des processus de combustion, mais Scheele, tout comme ses contemporains, était fidèle à la théorie du phlogistique.

Dans une éprouvette en verre Priestley plaça du mercure et au-dessus de lui une portion d'oxyde de mercure; ensuite il dirigea sur l'éprouvette un faisceau de rayons de soleil. Le gaz qui en résulta (oxygène) a fait refluer le mercure de l'éprouvette. Le savant se mit à examiner les propriétés du gaz obtenu: a) dans une cloche remplie de gaz il plaça une bougie et constata qu'elle brûle d'une flamme plus claire que d'habitude; b) dans une cloche remplie de gaz il plaça une souris et

constata qu'elle vit plus longtemps que dans la même quantité d'air atmosphérique; c) dans une cloche contenant de l'air «gâté» par la respiration d'animaux il plaça une plante et constata qu'elle se développe parfaitement; d) dans une cloche où une plante se trouvait depuis assez longtemps il plaça une bougie et constata qu'elle brûlait bien; de même une souris s'y sentait bien; e) pour dix minutes il plaça une plante dans l'air «gâté» par la combustion d'une bougie après quoi il constata que dans le même air la bougie continue à brûler bien.

Quelles étaient les conclusions que Priestley tira de ces observations intéressantes? Puisque — comme il le croyait — la combustion consiste dans le dégagement du phlogistique, le gaz examiné, qui maintient si bien la combustion, doit avoir une facilité toute particulière d'absorber le phlogistique. D'ici probablement vient la conclusion de ce savant que le gaz découvert c'est de l'air déphlogistiqué.

Cavendish, qui prit de l'intérêt aux recherches de Priestley, voulut se convaincre comment se comporte l'«espèce d'air» dégagé par Priestley (oxygène) pendant le contact avec le «phlogistique» (hydrogène) obtenu pour la première fois par Cavendish. Ayant fait des opérations adéquates il constata que dans la cloche en verre dans laquelle il avait placé des gaz réagissant violemment apparut l'eau. Cavendish exprima alors l'opinion que l'eau, qu'on considérait comme substance simple, est de l'air dépourvu de phlogistique.

Les partisans de la théorie du phlogistique n'ont jamais su expliquer pourquoi dans les conditions décrites plus haut apparaît l'eau. C'était une des plus importantes difficultés de la théorie en question. Mais déjà au XVII^e siècle on avait appris à connaître et à décrire les phénomènes incompréhensibles en s'appuyant sur la théorie de Stahl. De ce fait on attribuait au phlogistique des propriétés bizarres. Afin d'expliquer pourquoi pendant la «calcination» du métal dans l'air, comme l'ont constaté, entre autres, Rey et Mayow, la «chaux» qui en résulte devient plus lourde malgré la déperdition du phlogistique, il ne suffisait pas de supposer que celui-ci n'a pas de poids. Il fallait accepter qu'il a une masse négative.

On ne comprenait pas pourquoi, malgré les prévisions que dans le vide le phlogistique se dégagera avec une facilité toute particulière, la combustion — comme le constata Otto Guericke — cesse dans les conditions citées. Toujours plus nombreuses devenaient les observations qui indiquaient l'existence d'une substance non identifiée jouant un rôle dans les processus de combustion ou de respiration. En voilà quelques exemples. Vers l'an 1630 J. Rey a réussi à expliquer l'augmentation de la masse de la substance brûlée. A peu près en même temps van Helmont constata que pendant la combustion de la substance dans une cloche fermée disparaît une partie de l'air au-dessus de l'eau qui s'élève dans le cours de la réaction. Dans les années soixante dix du XVII^e

siècle J. Mayow constatait, tout comme M. Sędziwoj, qu'indispensable pour la combustion est la présence des particules qui font part de la composition de l'air et sont aussi des éléments de la salpêtre et de l'acide nitrique. F. Hoffmann constata qu'en obtenant le métal du produit de la combustion du métal, le phlogistique ne se combine pas, mais qu'il résulte une substance à laquelle il donna le nom de „sal acidum”. Boyle se rendait compte du rapport entre la combustion et la présence de l'air. On en trouve une preuve dans ses expériences telles que l'essai raté d'allumer le soufre dans le vide ou de maintenir la combustion du soufre sans accès d'air. On a recueilli aussi un riche matériel sur lequel pouvaient se fonder les opinions nouvelles.

Lorsque Lavoisier commençait ses recherches, la chimie était déjà très proche — comme il nous semble aujourd'hui — de la découverte de l'essence des processus de combustion. Mais les grands chimistes de cette époque, qui étaient parfois sur le point de découvrir le rôle de l'oxygène, tenaient obstinément à la théorie du phlogistique et celle-ci, comme on le voit, les éloignait de cette découverte.

*

Tout en appréciant l'apport de nombreux savants au développement des nouveaux courants dans la science, il ne faut pas oublier les mérites du savant qui eut le dernier mot dans le processus complexe de la formation de la nouvelle idée.

L'oeuvre de Lavoisier a interrompu la période du règne de la théorie du phlogistique. Il serait donc intéressant d'analyser le chemin sur lequel Lavoisier avançait, pas après pas, en faisant des expériences qui lui permettaient de préciser ses opinions. Nous ne pouvons décrire qu'un nombre limité d'opérations, mais il nous semble que cela n'influera pas de façon décisive sur notre idée de sa méthode et que leur choix permettra de comprendre la voie que suivait sa pensée.

EXPÉRIENCE I — LA COMBUSTION DE L'ÉTAİN [2, t. I, p. 105]

La description de l'expérience de la combustion de l'étain est précédée de remarques au sujet des recherches de Robert Boyle. Ce dernier, en brûlant le plomb et l'étain dans des récipients fermés hermétiquement, constata qu'à la suite de ce processus augmente le poids de la substance; il explique qu'ayant pénétré par le verre la matière du feu se combine avec le métal et cause l'augmentation mentionnée du poids.

Lavoisier était contraire à cette interprétation car il avait observé que le récipient fermé a le même poids avant la réaction chimique qu'après celle-ci. Il a donc répété les essais de Boyle et, selon sa propre relation, voilà ce qu'il a fait: dans plusieurs retortes en verre il mit de

l'étain en portions dont il connaissait le poids, il les ferma hermétiquement et pesa. Ensuite il exposa les retortes au feu. Après quelques minutes l'étain fondit, puis perdit son lustre et se recouvrit d'un sédiment. Sur le fond du récipient on voyait se former une poudre noire. Après une heure et dix minutes les autres changements n'étaient plus visibles. Lavoisier interrompit le chauffage, refroidit les récipients et mesura leurs poids. Cela lui permit de constater que le poids des retortes fermées n'avait pas changé. Ensuite il les ouvrit avec précaution. Quand l'équilibre entre l'air à l'intérieur de la retorte et l'atmosphère se fut établi, il les pesa encore une fois et découvrit qu'après l'ouverture des récipients et l'égalisation des pressions le poids total augmenta. Après ces manipulations Lavoisier a voulu définir l'augmentation du poids de la substance brûlée. Il constata que cette augmentation égale l'augmentation du poids de la retorte (avec le contenu après l'ouverture). En résumant les manipulations exécutées, Lavoisier constata que la combustion est une synthèse et consiste dans l'absorption d'une partie de l'air qui entoure la substance enflammée.

Si nous soumettons la description précitée à une analyse approfondie, nous verrons, d'après le moyen même de préparer l'expérience, que le choix des conditions et la méthode utilisée n'étaient pas fortuits. Lavoisier procéda à cette recherche ayant une hypothèse toute prête et son but était de la vérifier. Elle devait répondre de façon vraisemblable, mais nouvelle, à la question «en quoi consiste le processus de la combustion?» et elle était conçue en ces termes: «ce processus consiste dans la réunion du corps enflammé avec une partie de l'air ambiant».

La véridicité de cette hypothèse ne pouvait être constatée de façon directe. Il fallait donc en tirer des conclusions susceptibles d'être vérifiées empiriquement. Pour le faire Lavoisier ajouta à son hypothèse des théorèmes supplémentaires. En voilà les plus importants:

- a) aucune des substances réactives ne pénètre par le verre;
- b) la diffusion des gaz mène à l'égalisation des pressions;
- c) le total des masses des substrats égale le total des masses des produits.

Grâce à cela il a pu tirer de l'hypothèse vérifiée les conclusions suivantes:

- a) après la combustion le poids de la retorte fermée demeurera inchangé;
- b) l'augmentation du poids de la retorte aura lieu après son ouverture, quand la perte de l'air causée par la réaction sera complétée par l'air atmosphérique;
- c) l'augmentation de la masse du métal égalera l'augmentation de la masse de la retorte avec le contenu (après l'égalisation des pressions).

On remarque facilement que les manipulations de Lavoisier, décrites ci-dessus, n'ont pas donné de réponse directe à la question si l'hypothèse

qu'il avança est vraie; ce qu'elles ont pu donner seulement ce sont des réponses positives ou négatives à la question si les prévisions sont justes.

Lavoisier procéda à la combustion, exécuta les mesurages et reçut une réponse positive à chacune des trois questions détaillées. Par la même fut confirmée indirectement l'hypothèse initiale selon laquelle la combustion consisterait dans la réunion des corps avec une partie de l'air ambiant.

EXPÉRIENCE II — LA COMBUSTION DU PHOSPHORE DANS L'AIR
[2, t. I, p. 640 et s.]

Le savant arriva à des conclusions pareilles après avoir fait l'expérience de la combustion du phosphore dans l'air. Dans l'air sous une cloche renversée et au-dessus du ménisque du mercure Lavoisier plaça une portion de phosphore. A l'aide d'une lentille convergente il alluma le phosphore qui fondit et ensuite s'enflamma en dégageant des vapeurs blanches. La chaleur dilata des gaz qui refoulèrent du récipient un peu de liquide dont le niveau s'éleva ensuite de nouveau, cette fois-ci au-dessus de son niveau originaire. Après le refroidissement la ligne du ménisque s'est maintenue au-dessus du niveau originaire. La volume de l'air restant constituait environ $\frac{4}{5}$ de sa quantité entière.

Pourquoi le savant donna-t-il à cette expérience une telle forme précisément, pourquoi a-t-il employé de tels appareils, pourquoi fit-il de telles observations et non pas d'autres?

L'hypothèse que la combustion consiste dans l'union de la substance avec une partie de l'air s'accompagne de suppositions supplémentaires dont les plus importantes sont:

1) les substances réactives n'ont pas la capacité de pénétrer par le verre;

2) la sous-pression provoquée par le liquide dans les vaisseaux fermés cause l'aspiration du liquide; cette supposition mène à la conclusion suivante: la déperdition d'une partie de l'air qui s'est uni à la substance brûlée causera un affaiblissement de la pression à l'intérieur de l'installation dans laquelle la combustion eut lieu. Cela causera, à son tour, que le ménisque du liquide s'élèvera dans l'installation.

Les manipulations de Lavoisier avaient pour but de vérifier si après la combustion le ménisque du mercure s'élève dans l'installation. La réponse positive qu'il obtint à cette question confirmait indirectement son hypothèse.

Mais Lavoisier ne savait pas en ce moment quel était l'élément de l'air avec lequel le métal s'unit et il ne savait pas présenter les résultats quantitatifs de l'expérience, sauf la constatation que la substance qui l'intéresse constitue la cinquième part de l'air atmosphérique.

C'est alors qu'il reçut la communication de Priestley sur la décou-

verte de l'oxygène et sur ses propriétés. Il admit que cette cinquième part de l'air atmosphérique c'est justement l'oxygène, compléta son hypothèse et ensuite, afin de la vérifier, procéda à l'expérience de la combustion du phosphore dans l'oxygène.

EXPÉRIENCE III — LA COMBUSTION DU PHOSPHORE DANS L'OXYGÈNE

[1, ch. V, p. 57]

Le cinquième chapitre intitulé «*Traité élémentaire de chimie*» dans lequel Lavoisier décrit l'expérience mentionnée, commence par la remarque suivante: «*Un des principes qu'on ne doit jamais perdre de vue dans l'art de faire des expériences, est de les simplifier le plus qu'il est possible et d'en écarter toutes les circonstances qui peuvent en compliquer les effets*». Il explique ensuite qu'on doit examiner les résultats de la combustion dans l'oxygène pur car l'air atmosphérique n'est pas une substance simple et le nitrogène qui en fait part semble être passif dans le processus de combustion.

En se servant d'une installation analogue à celle utilisée dans l'expérience précédente, on a rempli la cloche en verre, sous laquelle se trouvait le capsule contenant une quantité pesée de phosphore, d'une quantité déterminée d'oxygène pur. Le phosphore allumé brûlait violemment. L'intérieur de la cloche se recouvrit d'un sédiment blanc. Quand la combustion se termina on a mesuré les quantités d'oxygène et de phosphore qui y sont restées après la réaction.

Tout comme dans l'expérience précédente, l'élévation du ménisque du mercure après la combustion confirma l'hypothèse initiale. Cette fois-ci elle était la suivante: la combustion consiste dans l'union de la substance avec l'oxygène.

Mais l'expérience décrite ci-dessus n'a pas pour but unique de confirmer cette hypothèse. Lavoisier procède à des calculs quantitatifs. En retranchant la quantité restante d'oxygène de sa quantité employé pour la réaction, il calcula la quantité de cet élément consommée pendant la combustion. En retranchant la masse du phosphore restant de sa quantité employée pour la combustion, il calcula la quantité du phosphore qui s'attacha à la quantité définie ci-dessus d'oxygène. Selon ces calculs le rapport entre les quantités consommées de phosphore et d'oxygène était d'environ 1 : 1,5 (les résultats obtenus par Lavoisier ne sont pas exacts). Le sédiment blanc — comme Lavoisier le croyait — est un produit de la réaction, sa quantité devrait donc égaler le total des masses de phosphore et d'oxygène consommés.

Les appareils utilisés dans ces expériences ne permettaient pas de définir la quantité du sédiment blanc — produit de la réaction. Comme Lavoisier le constata: «*il n'est jamais permis en physique et chimie, de*

supposer ce qu'on peut déterminer par des expériences directes» [1, ch. V, p. 61]. Il procéda donc à une recherche analogue dans un autre appareil.

EXPÉRIENCE IV — LA COMBUSTION DU PHOSPHORE DANS L'OXYGÈNE
[1, ch. V, p. 58].

Un récipient en verre à poids connu, dans lequel on avait introduit à l'aide d'une pompe pneumatique des portions déterminées d'oxygène, contenait une capsule avec une quantité connue de phosphore. Le phosphore allumé brûlait violemment et rapidement. Il s'est formé une grande quantité de sédiment blanc. Ayant refroidi le récipient Lavoisier détermina les quantités restantes de phosphore et d'oxygène, ce qui lui permit de calculer les quantités consommées de ces éléments. Il désigna aussi la quantité du sédiment qui s'était formé. Voilà les données qu'il a obtenues:

- a) la masse de l'oxygène consommé est environ une fois et demi plus grande que la quantité du phosphore consommé;
- b) le gaz resté après la réaction est de l'oxygène pur;
- c) la masse du produit blanc égale le total des masses consommées de phosphore et d'oxygène.

Ces données confirment indirectement l'hypothèse vérifiée par l'expérience précitée selon laquelle la combustion du phosphore consisterait dans sa réunion avec l'oxygène en proportion de 1 : 1,5. Il est facile de remarquer qu'elles témoignent de la véridicité des conclusions qu'on a pu tirer de cette hypothèse après y avoir ajouté les suppositions suivantes:

- a) les substances réactives ne pénètrent pas par le verre;
- b) le total des masses des produits de la réaction égale le total des masses des substrats.

Lavoisier fit aussi des expériences de la combustion du soufre et du charbon. Elles ont toutes confirmé l'hypothèse qu'il avançait et qu'il précisait toujours davantage par ses recherches. Celles-ci étaient toutes pareilles, c'est-à-dire concernaient toujours la combustion.

Voilà encore une expérience d'un autre genre vérifiant la même hypothèse selon laquelle la combustion consisterait dans la réunion de la substance brûlée avec la partie la plus pure de l'air, dite l'«air vital».

Afin de se convaincre le mieux avec quoi le métal s'allie pendant la combustion, il faut décomposer le produit de la combustion, soit la «chaux métallique». Malheureusement les produits de la combustion des métaux se décomposent en général difficilement; nous pouvons donc considérer comme certaines seulement les conclusions tirées d'une expérience dans laquelle n'entre en jeu aucune substance supplémentaire facilitant éventuellement la décomposition. Lavoisier décida donc de faire une analyse du *mercurius praecipitatus per se* — composé subissant facilement la décomposition.

EXPÉRIENCE V — LA DÉCOMPOSITION DU «PRÉCIPITÉ DU MERCURE»
[2, t. II, p. 122]

Lavoisier décomposa par des moyens thermiques l'oxyde de mercure et recueillit le gaz qui se dégageait. Il constata ensuite que ce gaz :

- a) ne s'attache pas à l'eau dans laquelle on le secoue;
- b) ne précipite pas le lait de chaux;
- c) ne s'attache pas aux alcalis;
- d) les animaux placés dans l'atmosphère de ce gaz se sentent bien;
- e) facilite la combustion des objets brûlés;
- f) n'éteint pas une bougie allumée;

il est donc «l'air vital».

L'expérience précitée confirme l'hypothèse selon laquelle «la combustion est une réunion avec l'oxygène», mais elle la confirme seulement lorsque la supposition complémentaire, qui permet de tirer de cette hypothèse une conclusion vérifiable empiriquement, est vraie. Lavoisier voulut se convaincre par une autre expérience que le «précipité du mercure» est réellement la «chaux» de ce métal.

EXPÉRIENCE VI — LE CHAUFFAGE DU «PRÉCIPITÉ DU MERCURE» AVEC
ADDITION DU CHARBON [2, t. II, p. 122]

Lavoisier chauffa le «précipité du mercure» avec du charbon pulvérisé, recueillit le gaz dégagé et ensuite procéda à son identification. Cela lui permit de constater que :

- a) lorsqu'on secoue le gaz avec de l'eau il se forme une boisson ayant le goût des eaux gazeuses;
- b) un animal placé dans l'atmosphère de ce gaz périt;
- c) les objets allumés dans ce gaz s'éteignent;
- d) la réaction avec l'eau de chaux cause la précipitation du sédiment;
- e) le gaz examiné s'attache facilement aux alcalis.

Ces données ont prouvé que le gaz examiné est ce qu'on appelle «l'air fixe». Puisque le «précipité du mercure» chauffé avec du charbon dégagea de l'«air fixe», donc le «précipité du mercure» est la «chaux» de ce métal.

Il est facile de remarquer que la dernière conclusion est valable lorsqu'on admet que les chaux métalliques chauffées avec une addition de carbon pulvérisé dégagent de l'«air fixe».

Lavoisier, qui consacrait dans ses recherches une attention toute particulière aux réactions de la combustion, fut attiré par l'observation mentionnée précédemment que l'oxygène combiné avec le «phlogistique» de Cavendish donne de l'eau. Il répéta les manipulations de Cavendish mais ne se suggéra pas par ses résultats. Puisque différentes combustions, p. ex. du soufre, du charbon, du phosphore, donnaient de l'acide (anhydride), Lavoisier s'attendait qu'ici aussi le produit de la réaction sera un acide. Mais le résultat de ses recherches fut différent: le liquide obtenu n'était ni acide, ni alcalin. Le savant l'identifia comme

eau. Il calcula aussi la proportion des masses d'hydrogène et d'oxygène consommés. Contrairement à Cavendish Lavoisier trouva une réponse à la question pourquoi dans les conditions décrites résulte l'eau. La réponse est la suivante: l'eau n'est pas, comme on le croyait, une substance simple, mais un composé du gaz considéré comme phlogistique et de l'«air vital» en proportion d'environ 1 : 2.

Ainsi naquit l'hypothèse dont la vérification devint le but des expériences suivantes.

EXPÉRIENCE VII — LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU [1, ch. VIII, p. 87]

Dans un tube en verre conduisant par un poêle Lavoisier introduisit une certaine quantité de charbon exposé précédemment à une haute température sans accès d'air. L'eau chauffée dans l'ampoule s'évaporait, passait par le tuyau et ensuite se liquéfiait et coulait dans le réservoir. En même temps à l'embouchure du tuyau il se dégagait du gaz qu'on recueillit dans un récipient spécial. Après la réaction tout le charbon placé dans le tuyau disparut. Il s'avéra que le produit volatil est une mixture de deux gaz qu'on a identifiés et dont on a mesuré les quantités. L'un était l'acide carbonique, l'autre un gaz léger et inflammable. En retranchant de la quantité d'eau employée pour la réaction la quantité d'eau qui en est restée Lavoisier constata combien d'eau s'est décomposée.

Les données obtenues confirment-elles l'hypothèse vérifiée dans cette expérience?

Les prévisions de Lavoisier qui lui ont dicté un tel plan de l'expérience décrite ci-dessus sont conformes aux conclusions découlantes de cette hypothèse. Parmi les suppositions essentielles pour l'expérience les plus importantes sont:

- a) le total des masses des substrats égale le total des masses des produits de la réaction;
- b) les propriétés réductrices — selon la terminologie d'aujourd'hui — du charbon actif.

De l'hypothèse complétée par les suppositions citées, selon laquelle l'eau serait un composé de l'hydrogène et de l'oxygène en proportion de 1 : 2, il résulte que:

- a) pendant la réaction l'hydrogène pur se dégage sous forme d'un gaz léger et inflammable;
- b) la masse de l'eau décomposée égale le total des masses de l'hydrogène dégagé et de l'oxygène combiné avec le charbon;
- c) le rapport de quantité entre l'hydrogène et l'oxygène combiné avec le charbon égale le rapport de quantité de ces éléments dans l'eau qui est approximativement de 1 : 2.

Telles étaient aussi les données obtenues par Lavoisier.

Pouvons-nous cependant constater avec certitude que l'hydrogène obtenu provenait de la décomposition de l'eau? La réaction se faisait avec la participation du charbon. Mais on n'est pas parvenu à décomposer l'eau sans se servir d'une substance complémentaire. Selon Lavoisier ces doutes seraient écartés si l'on obtenait les mêmes résultats en employant pour la combinaison de l'oxygène non pas du charbon mais quelque autre substance. Pour le prouver il fit une nouvelle expérience.

EXPÉRIENCE VIII — LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU [1, ch. VIII, p. 92]

En se servant d'un appareil identique Lavoisier introduisit dans le tuyau du fer métallique au lieu de charbon. Il chauffa le tuyau jusqu'à ce que celui-ci devienne rouge et chauffa aussi la retorte contenant l'eau. Après avoir passé par le tuyau l'eau se condensa et coula dans le réservoir. En même temps il se dégagait un gaz homogène, 13 fois plus léger que l'air, dans lequel la respiration n'était pas possible. Lavoisier définit sa quantité. En retranchant la masse de l'eau employée pour la réaction de la masse restante il obtint la masse de l'eau qui avait subi la réaction. Le volume du fer augmenta visiblement. En s'appuyant sur la différence entre la masse du fer avant la réaction et la masse après celle-ci, le savant calcula la quantité d'oxygène qu'elles avaient absorbée.

Comme dans l'expérience précédente — faite d'après un schéma identique — les résultats ont confirmé indirectement l'hypothèse vérifiée. En effet le savant constata ce qui suit:

- a) il s'est dégagé de l'hydrogène;
- b) le total des masses d'hydrogène et d'oxygène combiné avec le charbon égale la masse de l'eau décomposée;
- c) la proportion des quantités obtenues d'hydrogène et d'oxygène égale leur proportion dans l'eau.

Lavoisier prouva ainsi que l'eau n'est pas une substance simple mais qu'elle se compose d'oxygène et d'hydrogène réunis dans un rapport de volume 1 : 2. Cela fut confirmé définitivement par l'expérience dans laquelle ces deux éléments se réunissent et donnent de l'eau.

EXPÉRIENCE IX — LA SYNTHÈSE DE L'EAU [1, ch. VIII, p. 97]

Dans un ballon vide Lavoisier introduisit de l'oxygène pur et ensuite il y fit entrer, sous pression, de l'hydrogène pur. Il alluma les gaz à l'aide d'une étincelle électrique. Au fur et à mesure de la combustion l'eau se déposait sur les parois du récipient. Lavoisier calcula sa quantité en pesant le récipient avant et après la réaction.

L'expérience citée a permis au savant de constater que:

- a) comme résultat de la synthèse de l'oxygène et de l'hydrogène on a obtenu de l'eau;
- b) la masse de l'eau égale la masse des gaz consommés.

Il est facile de remarquer que ces résultats confirment l'hypothèse initiale seulement lorsqu'on admet que le principe de la conservation de la matière est juste.

Les recherches qui ont mené à la définition de la composition chimique de l'eau ont confirmé également la justesse de l'hypothèse selon laquelle la combustion serait une union avec l'oxygène. Comme résultat à la combustion de l'hydrogène on obtient de l'eau qui est un composé de ce gaz et de l'oxygène.

*

Nous avons présenté quelques expériences choisies parmi beaucoup d'autres qui ont permis à Lavoisier d'expliquer la combustion. Leurs descriptions — fort simplifiées — s'appuient sur les écrits de Lavoisier. Ces derniers contiennent de nombreuses caractéristiques de la méthode de recherche appliquée par le savant. Leur lecture permet aussi de reconstituer certains traits de sa méthode dont il n'est pas question directement dans le texte. Un coup d'oeil sur la toile de fond, soit sur la situation dans la chimie avant les recherches de Lavoisier, permettra de compléter le tableau par une caractéristique de Lavoisier comme savant.

Une attention toute particulière mérite en premier lieu son sens critique. Il lui permet de s'opposer à l'influence d'autorités scientifiques, l'oblige à analyser toutes lois et théories déjà acceptées dans les sciences — même si ce sont des théories confirmées maintes fois et apparemment établies, qui semblent avoir passé déjà examen pratique. Si Lavoisier avait manqué de sens critique, il n'aurait pas pu abolir la théorie du phlogistique et ne se serait probablement pas trouvé dans le groupe des chimistes de l'époque qui s'efforçaient de concilier tous les phénomènes observés avec la théorie de Stahl dans laquelle ils introduisaient un grand nombre de corrections et de compléments. Il faut souligner que la théorie du phlogistique fut inculquée à Lavoisier quand il était jeune. Ses maîtres étaient persuadés que cette théorie a une valeur et Lavoisier aussi l'applique dans ses premiers ouvrages. De plus, l'analyse des réalisations de la chimie du XVIII^e siècle nous fait conclure que l'enthousiasme manifesté par les savants d'alors pour la théorie du phlogistique n'était pas entièrement dépourvu de fondement. Les succès de cette théorie étaient grands et les explications qu'elle fournissait convainquaient les savants. Si Lavoisier n'avait donc pas eu de sens critique il n'aurait pas su apercevoir les faits témoignant contre cette théorie ou, tout au moins, n'aurait pas pu apprécier correctement leur rang. Dans une telle situation, comme toujours d'ailleurs, une des conditions du succès scientifique est l'appréciation critique et saine de la

tradition établie. Lavoisier lui-même exprima cette idée dans les paroles suivantes: «Il est bien extraordinaire qu'elle ait échappé jusqu'ici à l'oeil attentif des physiciens et des chimistes, et on doit en conclure que dans les sciences comme dans la morale il est difficile de vaincre les préjugés dont on a été originairement imbu, et de suivre une autre route que celle dans laquelle on est accoutumé de marcher» [1, ch. VIII, p. 101].

En caractérisant Lavoisier comme savant il faut prendre en considération les buts et les tâches qu'il se posait. Parmi les chimistes voulant découvrir le plus grand nombre possible de substances nouvelles, de désigner la plus grande quantité de phénomènes nouveaux, parmi les savants attribuant plus d'importance à la description d'un fait qu'à son explication théorique et à son rapport à d'autres faits, nous voyons Lavoisier poursuivant des buts tout différents. Il ne faisait pas d'opérations afin de trouver des composés ou éléments nouveaux. Il répétait les expériences déjà connues et décrites afin de savoir s'il est possible de formuler, à partir d'elles, des conclusions générales. Il projetait et faisait de nouvelles expériences pour confirmer la justesse de son argumentation théorique. Pour lui la description des faits n'était pas le but unique. Les faits l'intéressaient surtout comme source de généralisations théoriques. Et c'est ce trait justement qui lui permit d'avoir de si grands succès dans le domaine de la chimie théorique.

Une grande importance avait pour Lavoisier le postulat d'une confirmation intersubjective des thèses de la science. A la réalisation de ce postulat servait, entre autres, la révolution faite par Lavoisier et par ses élèves dans le langage de la chimie. Les noms employés jusqu'ici par les chimistes au lieu de faciliter l'entendement causaient une confusion. Certains tiraient leur origine des traditions d'alchimie, d'autres se rapportaient à la théorie du phlogistique, souvent ils constituaient un mélange de ces éléments et des termes du langage courant, d'autres encore étaient des termes descriptifs. La création d'une nouvelle terminologie uniformisée devenait une question d'importance primordiale. Les noms nouvellement introduits caractérisaient l'essence même de la substance à laquelle ils se rapportaient. Dans le cas des substances simples ils reflétaient leur propriété chimique la plus importante. Les noms des substances composées reflétaient leur composition. Dans les ouvrages de Lavoisier, écrits de façon claire et compréhensible, on remarque l'exactitude des descriptions des expériences, la minute avec laquelle l'auteur cite tous les calculs, la richesse des détails techniques concernant les préparations à l'expériences, les appareils, le déroulement de la recherche.

Mérite aussi une attention la manière de Lavoisier de faire les expériences. Ce sont des principes qui, en règle générale, sont connus aujourd'hui et communément admis par les expérimentateurs:

1. On doit être conscient de la possibilité d'une erreur et de la subjectivité des données expérimentales obtenues. Afin d'être très exact Lavoisier faisait simultanément plusieurs expériences identiques. Comme résultat définitif il acceptait la moyenne de plusieurs mesurages. En désignant, par exemple, la masse de la substance examinée, il la pesait séparément sur les deux plateaux de la balance et calculait la moyenne. Il répétait les observations et les expériences décrites avec tous les détails par d'autres savants et ce n'est qu'alors qu'il les annexait à son raisonnement.

2. On doit être conscient de la nécessité d'éliminer l'influence des facteurs fortuits. Lavoisier essayait de choisir les conditions des recherches expérimentales de façon à ce qu'il y ait le moins possible de paramètres pouvant influencer sur le résultat. Si les facteurs pouvant compliquer les résultats du mesurage ne se laissaient pas écarter, Lavoisier calculait et faisait des corrections dans les résultats. En comparant, par exemple, les volumes des gaz ils les soumettait à la même pression et la même température afin d'éliminer l'influence de ces paramètres sur la grandeur mesurée.

3. On doit comprendre l'importance des recherches quantitatives. A la base des recherches empiriques faites par Lavoisier réside la conviction que dans chaque réaction chimique le total des masses des substrats égale le total des masses des produits. Ce théorème, connu dans la chimie sous le nom du principe de la conservation de la matière, est celui que les historiens de la science citent en premier lieu sur la liste des plus grandes découvertes de Lavoisier. Il constituait — comme nous avons pu nous en convaincre — le fondement des expériences du savant presque depuis ses premières recherches. C'était une supposition qui, avec l'hypothèse vérifiée, permettait de tirer des conclusions vérifiables. Ce n'est que dans ses ouvrages plus récents que Lavoisier donna une formule nette du principe de la conservation de la matière. Dans le XIII^e chapitre du *Traité élémentaire de chimie* [2, p. 101] il écrit: «... on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération; que la qualité et la quantité des principes est la même et qu'il n'y a que des changements, des modifications. C'est sur ce principe qu'est fondé tout l'art de faire des expériences en chimie».

C'est donc le principe de la conservation de la matière qui permit à Lavoisier de donner à ses opérations de laboratoire une forme originale — vu l'époque — et d'appliquer des nouvelles méthodes de la recherche. L'acceptation de ce principe eut pour conséquence l'emploi d'instruments de mesurage. De cette façon l'expérience chimique qui jusqu'ici était, en général, une expérience qualitative, devint une source d'information plus riche fournissant également des données quantitatives. Les mesurages systématiquement effectués n'étaient pas pour La-

voisier un but en lui-même. Il faisait des calculs et examinait les transformations quantitatives des substances chimiques.

En cherchant les sources du principe de la conservation de la matière on est obligé de se tourner vers la philosophie mécaniste qui explique tous les phénomènes naturels dans des catégories du mouvement de la matière et aussi vers l'opinion, caractérisant cette époque, que la masse est la propriété principale de la matière. L'assimilation de ces idées dans la chimie, quoique inévitable en ce temps là, se faisait assez lentement. Elle eut pour effet la conviction suivante: puisque les processus chimiques consistent dans la transformation de certaines matières en d'autres, leur examen devrait englober l'établissement du poids qui est une mesure de la quantité de la matière. La chimie pratique se servait depuis longtemps d'instruments de mesurage, appliquait les méthodes quantitatives et parfois s'appuyait même dans ses opérations sur le principe de la conservation non formulé explicite. Beaucoup d'exemples de telles pratiques se rencontrent aussi chez les savants-chimistes, pour ne citer que van Helmont. Dans ses recherches lui aussi se servait de la balance et dans ses énoncés tels que «rien n'est fait de rien» on aurait pu deviner la formulation du principe de la conservation. Ce principe était à la base de certaines expériences de Boyle. Black et Cavendish avaient été aussi les défenseurs des méthodes quantitatives dans la chimie. Bien des années avant Lavoisier le principe de la conservation de la matière fut formulé par Michel Lomonosov. Contrairement aux suggestions de Dorfman, qui prétend que le plus probablement Lavoisier avait connu le principe de Lomonosov [3, ch. XI, p. 299], on est généralement d'accord que le savant français fit cette découverte tout à fait indépendamment.

4. On doit définir exactement le but de chaque expérience. Ce point mérite une attention toute particulière et exige des explications plus précises. A cette fin il nous faut revenir aux recherches de Lavoisier décrites précédemment et à leur analyse et faire ensuite une comparaison avec les expériences d'autres chimistes de l'époque. Les opérations de ces chercheurs devaient, en règle générale, donner une réponse à la question comment va se comporter le système donné dans des conditions qui souvent étaient choisies par hasard. On pouvait parfois en tirer une conclusion ou formuler une généralisation. Dans chaque ouvrage des célèbres chimistes contemporains de Lavoisier on trouve des exemples d'expériences de ce genre, il serait donc inutile de les citer dans l'article présent. Comme illustration — il suffit de rappeler le bref énoncé de Priestley. Ce savant écrit que sur la voie vers le savoir «... nous devons plus au hasard c'est-à-dire, parlant le langage de la philosophie, à l'observation de phénomènes provoqués par des causes inconnues, qu'à n'importe quel plan ou n'importe quelle théorie prévue» [4, vol. II, p. 103]. Priestley prétend qu'il a fait beaucoup de découvertes par hasard (p. ex.

la découverte de l'oxygène). C'est aussi par hasard qu'il découvrit la propriété la plus importante de l'oxygène, soit sa capacité de soutenir la combustion: c'était parce que — selon ses propres paroles — une bougie lui est tombée sous la main. Il considère que l'acceptation a priori d'une hypothèse qui constituerait l'idée maîtresse de la recherche scientifique est tout simplement préjudiciable car elle peut mener à des erreurs.

Le procédé de Lavoisier était entièrement différent. Ses recherches n'avaient jamais pour objet de décrire le comportement d'un système dans des conditions créées fortuitement. Il commençait l'opération en ayant une hypothèse déjà prête. Le but de chaque expérience était exactement défini: il s'agissait de vérifier une hypothèse concrète. Nous savons que seulement une formulation suffisamment précise d'une hypothèse permet de la vérifier empiriquement. Lavoisier s'en rendait compte et procédait aux expériences avec une hypothèse bien cristallisée. Ensuite, en s'appuyant sur certaines suppositions supplémentaires, il tirait de l'hypothèse vérifiée empiriquement des conclusions vérifiables. Ces suppositions supplémentaires c'étaient — comme nous l'avons vu — les règles connues de physique ou de chimie. De leur choix dépendait la forme physique de l'expérience. Après des manipulations appropriées pour créer les conditions nécessaires Lavoisier faisait des observations et des mesurages. Cela lui permettait de formuler la réponse à la question: «la situation prévue a-t-elle eu lieu». La réponse obtenue, affirmative ou négative, était en même temps une réponse affirmative ou négative à la question: «l'hypothèse vérifiée est-elle vraie».

En continuant ses opérations de laboratoire Lavoisier vérifiait des hypothèses définies et précisées de plus en plus exactement. La revue des expériences qu'il avait faites montre la méthode propre à ce savant. Ses étapes successives peuvent être formulées de façon suivante:

- I. Question dont la solution est le but principal de la recherche.
- II. Réponse hypothétique à cette question.
- III. Déduction de l'hypothèse et des théorèmes qui l'accompagnent et sont déjà établis dans la science de conclusions vérifiables empiriquement.
- IV. Question: les phénomènes prévus se manifestent-ils dans des conditions appropriées?
- V. Manipulations visant à créer des conditions appropriées et observation des résultats.
- VI. Formulation d'une réponse à la question IV.
- VII. Traduction de cette réponse en une réponse à la question I.

La charpente esquissée ici du procédé de recherche de Lavoisier correspond au schéma typique, formulé par Z. Cackowski, de l'expérience vérifiant l'hypothèse qui, selon les paroles de l'auteur, constitue l'outil principal de la recherche scientifique [5, p. 158].

Lavoisier se rendait parfaitement bien compte du rôle des hypothèses dans la cognition scientifique. Il en parlait ouvertement et son exposé mérite d'être confronté avec les paroles déjà citées de Priestley. Selon le chimiste français il n'y a aucun sens de recueillir une trop grande quantité de données expérimentales. Elles offrent un matériel précieux seulement lorsqu'on les classe, lorsqu'on cherche les traits caractéristiques de phénomènes communs et essentiels. Les théories physiques sont des outils fortifiant nos organes des sens, des moyens qui nous approchent de la solution du problème. «...ce sont des hypothèses qui, successivement modifiées, corrigées et changées à mesure qu'elles sont démenties par l'expérience, doivent nous conduire inmanquablement un jour, à force d'exclusions et d'éliminations, à la connaissance des vraies lois de la nature» [2, t. II, p. 225].

Lavoisier introduisit dans la chimie une nouvelle forme d'expérience comme opération vérifiante l'hypothèse et découvrit la grande importance d'un tel procédé de recherche. L'histoire de la chimie en fournit des exemples déjà avant Lavoisier, mais c'est seulement lui qui formula la règle. C'est sur cette règle que sont basés ses énormes succès scientifiques.

Aux nombreuses découvertes de Lavoisier—chimiste il faut donc ajouter encore une: celle de Lavoisier—créateur d'une méthode. C'est lui qui a découvert le rôle de l'hypothèse dans les recherches expérimentales et peut-être que c'est son plus grand succès puisqu'il a contribué ainsi aux découvertes suivantes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Paris, 1793.
- [2] A. Lavoisier, *Oeuvres*, Paris, 1864-1893.
- [3] J. Dorfman, *Lavoisier*, Moscou, 1948.
- [4] J. Priestley, *Observations on different kinds of air*, 1774.
- [5] Z. Cackowski, *Problemy i pseudoproblemy* (Problèmes et pseudoproblèmes), Varsovie, 1964.