

JOURNAL DES SAVANTS.

ANNÉE 1849.



PARIS.
IMPRIMERIE NATIONALE.

M DCCC XLIX.

avec le cours des âges et avec le progrès de l'empire, au point que le principal quartier de cette ville immense, celui qui renfermait l'acropole et la résidence royale, du temps de la plus grande prospérité de cet empire, sous Salmanasar et sous Sennachérib, ait répondu à la grande masse de ruines auxquelles s'attachent les noms de *Nebbi-Younous* et de *Koyounjuk*, en face de *Mossul*, c'est encore ce qu'il faut admettre, d'accord avec la tradition de l'antiquité, conservée chez les Arabes, à travers tous les siècles du moyen âge, laquelle attribue le nom de *Ninive* aux ruines situées en face de *Mossul*. Et qu'enfin l'enceinte de *Ninive* ait pu se prolonger jusqu'à *Khorsabad*, dans la dernière période de cet empire, ce qui semblerait résulter de la qualité même des ruines de *Khorsabad*, contemporaines de celles de *Koyounjak*, c'est ce qui n'a rien d'impossible en soi, rien qui ne soit d'accord avec la nature du sol, semé, sur tout cet espace, de débris d'antiquité assyrienne, rien enfin qui ne paraisse avéré d'après le résultat des opérations de M. Layard.

L'étendue qu'a prise cette digression, relative à la situation de *Ninive* et à la grandeur de son enceinte, ne me permet plus de reprendre ici le récit que fait M. Layard des circonstances qui le conduisirent sur le théâtre de ses découvertes. Je suis donc obligé de remettre au prochain article la suite de ce récit, que j'abrègerai d'ailleurs autant qu'il me sera possible, pour aborder, dans le même article, la description des monuments de *Nimrod*.

RAOUL-ROCHETTE.

(*La suite au prochain cahier.*)

RECHERCHES CHIMIQUES sur la respiration des animaux de diverses classes, par MM. V. Regnault et J. Reiset.

(Extrait des *Annales de chimie et de physique*, cahiers de juillet et août 1849.)

PREMIER ARTICLE.

On a quelquefois reproché à notre journal de ne pas tenir ses lecteurs assez au courant du mouvement d'idées, qui s'opère incessamment dans les sciences physiques et mathématiques. On voudrait, par exemple, y trouver habituellement l'analyse, ou tout au moins le résumé général, des mémoires les plus importants qui paraissent dans les journaux scientifiques, et dans les publications des Académies. Il semble que ce

seraient là des sujets d'articles d'un intérêt toujours nouveau, toujours divers. Mais ceux qui nous font cette objection, ou qui nous témoignent ce désir, ne voient probablement pas assez la difficulté de cette tâche, le peu de moyens que nous aurions pour l'accomplir, et, d'ordinaire, sa parfaite inutilité. Un travail scientifique, n'est presque jamais que l'extension, vers l'inconnu, d'une suite d'idées antérieurement acquises. La connaissance intime de ces antécédents est indispensable, pour apprécier la portée des découvertes nouvelles que l'auteur vient d'y ajouter. Vous ne pouvez en montrer la valeur, qu'en marquant le point d'où il part et celui où il arrive. Si vous le faites en langage technique, vous serez inintelligible pour la généralité des lecteurs. Si vous voulez, pour eux, vous restreindre au langage vulgaire, vous ne pourrez leur donner le plus souvent que des aperçus vagues, qu'ils croiront saisir, mais qui ne laisseront en effet dans leur esprit que des traces indécises, mêlées d'erreurs, pour le moins autant que de vérités. Ainsi, en fin de compte, ennui ou déception, vous avez le choix. Cela n'excite guère à traiter de pareils sujets, dans un journal spécialement littéraire, tel que le nôtre. Pourtant, quelques cas rares peuvent nous en donner l'obligation. Par exemple, lorsqu'une découverte brillante, inattendue, attire, occupe l'attention publique, il faut bien se risquer à dire, avec tous les ménagements nécessaires, en quoi elle la mérite, ce que l'on doit justement y admirer, et tâcher ainsi de transformer, en une estime durable, un engouement qui pourrait n'être que passager. Par une fortune inverse, si, dans un recueil scientifique spécial, inconnu à la généralité du public, il vient à paraître un travail qui tire une grande importance de la nature du sujet, des résultats qu'il renferme, des méthodes inventées pour les obtenir; si, en outre, ces méthodes ouvrent plusieurs voies nouvelles de recherches utiles et fécondes, qu'elles peuvent également servir à explorer, ce sera aussi un devoir pour nous de le prendre où il est, pour mettre au grand jour sa valeur et sa portée. Le mémoire qui fera l'objet du présent article m'a paru réunir éminemment toutes les conditions que je viens d'énumérer. Car il offre, je crois, un exemple complet, et un parfait modèle, de l'art avec lequel les questions expérimentales doivent être aujourd'hui envisagées, traitées, et résolues. Voilà, surtout, ce que je me propose d'y faire remarquer.

Les premières notions justes et précises que l'on ait eues sur la respiration des animaux, et sur les modifications qu'elle produit dans l'air où ils séjournent, sont dues à Lavoisier. Sans doute, avant lui, on avait constaté un grand nombre de faits qui sont des conséquences de cet acte. Ainsi, on avait reconnu bien anciennement que les animaux ne

peuvent vivre qu'un temps limité, dans une quantité donnée d'air atmosphérique. Bientôt ils y languissent, ils s'y assoupissent. Ce sommeil, d'abord paisible, est bientôt suivi d'une grande agitation. La respiration devient pénible et précipitée; enfin l'animal meurt dans des mouvements convulsifs. Ces accidents se succèdent avec une rapidité d'autant plus grande, que le volume d'air où les animaux sont renfermés est moindre relativement à leur volume propre, étant toutefois plus lents, ou plus prompts à s'accomplir, selon le genre d'organisation et la vigueur des individus. On savait encore, que l'air ainsi modifié par la respiration d'un animal, devient impropre à entretenir la vie et la combustion. Priestley avait reconnu que cette impropriété lui était commune avec plusieurs autres substances aériformes, distinctes entre elles. Il l'avait communiquée à l'air atmosphérique ordinaire, en y introduisant, sous des cloches de verre renversées, plongeant dans l'eau, une autre espèce d'air, que nous appelons aujourd'hui le *deutoxyde d'azote* et qu'il appelait l'*air nitreux*, lequel réduisait le volume de l'air ordinaire dans une proportion à peu près constante; comme s'il en retirait, ou s'il y détruisait, la portion spécialement respirable. Toute naturelle qu'eût été cette induction, elle ne semble pas s'être présentée immédiatement à Priestley; car il ne chercha point alors, à isoler le principe gazeux que l'air nitreux faisait disparaître, et qui aurait possédé une propriété si importante. Lui, et ensuite Scheele, le trouvèrent quelques années plus tard, par d'autres voies, sans y être conduits par les faits précédents. Ils réussirent à extraire de plusieurs préparations chimiques, un air éminemment apte à être respiré, entretenant la combustion avec une grande splendeur, et qui était totalement, ou presque totalement absorbé, ou réduit par l'air nitreux. C'est ce que l'on a nommé depuis *air vital*, ou *gaz oxygène*. Priestley l'appela *air déphlogistiqué*, Scheele *air du feu*, l'un et l'autre d'après des idées préconçues. C'étaient là de grands faits, mais presque tous complexes, qu'il fallait décomposer, séparer nettement les uns des autres, pour en tirer des conséquences justes. Car, par exemple, l'analogie que présentaient la respiration et la combustion de modifier toutes deux l'air commun, en sorte qu'il devînt impropre à ces deux actes, cette analogie, disons-nous, n'était pas simple; puisque les deux opérations pouvaient bien donner naissance à des produits divers, intervenant dans le résultat final, et lui communiquant une qualité commune, avec d'autres différentes, comme cela arrivait effectivement. Ce fut Lavoisier qui débrouilla ce chaos. Son esprit logique comprit qu'il y avait là deux questions distinctes, dont la résolution devait être successive. Il commença par celle qui s'appli-

quait à des matières inertes. Il analysa donc premièrement l'air atmosphérique dans son état naturel, en lui faisant subir des épreuves purement physiques et chimiques, dont les résultats constants, identiques, pussent être rigoureusement mesurés, définis, pesés. Quand il eut ainsi établi la constitution propre de cet air, composé du gaz oxygène, et d'un gaz non respirable qu'il appela *l'azote*, il se mit à étudier les modifications que la respiration des animaux produisait sur ce mélange déjà connu. Cette rectitude de jugement qui lui fit attaquer successivement ces deux questions, dans l'ordre de leur dépendance logique, Lavoisier l'a portée dans tous ses travaux, et ce fut une des causes les plus efficaces de leur succès. L'application en paraîtra sans doute ici très-naturelle et très-simple; mais apparemment cela n'était pas simple alors, puisque personne n'avait songé à procéder comme lui.

Un des plus grands services que Lavoisier ait rendus à la chimie, c'est de l'avoir ainsi amenée dans la voie d'investigation raisonnée, qui seule convient aux sciences positives. Un autre, non moins grand, c'est d'y avoir introduit comme élément de recherches, les conditions rigoureuses de mesures et de poids, qui sont le seul fondement assuré des études physiques; conditions jusque-là généralement négligées par ses prédécesseurs et par ses contemporains, même les plus habiles, si l'on excepte Cavendish, et peut-être Black. Comme exemple de cette importante innovation, je mettrai ici en parallèle deux travaux d'une grande valeur, et presque de même époque : le mémoire de Lavoisier sur l'oxydation de l'étain, publié dans le recueil de l'Académie des sciences pour 1774; et celui de Priestley sur les différentes espèces d'air, inséré aux transactions philosophiques de 1772, lequel lui mérita la médaille de Copley, la plus haute distinction que la Société royale de Londres puisse décerner. Le mémoire de Priestley est une mine de faits nouveaux, heureusement aperçus, curieusement saisis. Entre autres choses remarquables, on y trouve la découverte du nouveau gaz qu'il nomma *l'air nitreux*, et que l'on sait aujourd'hui être le deuxième degré de combinaison, de la portion non respirable de l'air atmosphérique appelée maintenant l'azote, avec la portion spécialement respirable que nous appelons *l'air vital*, ou l'oxygène. Lorsque cet air nitreux, autrement le deutoxyde d'azote, est introduit dans un volume d'air atmosphérique, défini, enfermé sous une cloche ou dans un tube de verre, dont l'orifice plonge dans l'eau, il se combine immédiatement avec l'oxygène de cet air; et la combinaison forme, avec l'eau, un liquide acide occupant beaucoup moins de place que la somme des éléments gazeux primitifs; de sorte que le volume d'air atmos-

phérique sur lequel on opère, se trouve diminué de presque tout l'espace que son oxygène occupait. Cela offre donc un moyen de connaître, au moins fort approximativement, la proportion de ce principe qu'il renferme, et que renfermerait tout autre mélange analogue dans lequel l'oxygène serait plus ou moins abondant. Priestley vit tous ces phénomènes; il en reconnut les particularités les plus apparentes; il en saisit l'utile application, pour évaluer ce qu'il appelait la *pureté de l'air*; et il créa ainsi les premiers procédés de l'eudiométrie, sans savoir, au juste, ni comment, ni sur quoi, ils agissaient. Il fit encore, dans ce même mémoire, une multitude d'essais et de tentatives expérimentales sur les propriétés de deux autres gaz qui étaient déjà connus depuis longtemps, sous la dénomination d'*air fixe*, et d'*air inflammable*. Ce sont ceux que nous appelons *l'acide carbonique* et *l'hydrogène*. Maintenant, si vous cherchez à saisir la connexion d'idées, le fil abstrait qui a dirigé ces investigations, vous le trouvez continuellement disjoint, rompu, ou plutôt il n'y en a pas. L'auteur lui-même le dit, et se félicite de s'être toujours conduit d'après l'inspiration du moment; car c'est un trait commun à tous les expérimentateurs dépourvus de méthode, qu'ils se glorifient de n'en point avoir. Mais, par une conséquence inévitable de cette confiance dans l'imprévu, les faits sont presque toujours sans liaison, incomplètement observés, inexactement définis. Le vrai et le faux arrivent ensemble; et il est bien rare que la vérité se présente sans avoir pour compagne l'erreur. C'est une étude curieuse et instructive, que de lire aujourd'hui un pareil travail, avec les connaissances que nous possédons. Quand on y aperçoit si clairement, si évidemment, les faux pas continuels d'un esprit inventif, lancé sans guide à travers les faits, on comprend mieux la reconnaissance que l'on doit à ceux qui, en coordonnant la science, nous ont rendu facile de découvrir ses fautes, et de nous en préserver.

Lavoisier se montre tout autre, dès ses premiers travaux. Ses erreurs, car il s'est trompé comme tout le monde, ne furent, même à ces origines, que quelques interprétations trop promptes, plus tard quelques généralisations trop éloignées. Mais, jamais l'incertain ne le séduit, ni ne l'attire. Il marche toujours à un but prévu et défini. Ainsi, dans le mémoire que je veux prendre pour exemple, il s'était proposé de résoudre une question simple et unique, mais capitale. La plupart des métaux, quand on les chauffe fortement à l'air libre, perdent leur éclat; et, si l'opération est suffisamment prolongée, ils finissent par se convertir en poudres d'apparence terreuse, dont les couleurs varient selon la nature du métal, comme aussi avec le degré de chaleur qu'on

leur a fait subir. Ces produits, d'après leur aspect, étaient appelés anciennement des *chaux métalliques*. Nous les nommons aujourd'hui des *oxydes*. Comme le besoin de les confectionner se présente sans cesse dans les arts, surtout pour l'étain et le plomb, le hasard avait fait remarquer qu'ils pèsent plus que la masse de métal employée à les former. Dans la théorie chimique qui fut longtemps la plus en vogue, ce résultat de l'ignition des métaux, était attribué à un principe invisible, insaisissable, appelé le *phlogistique*, c'est-à-dire l'*inflammable*, par excellence; parce qu'on le considérait comme étant la cause spécialement déterminante de toute inflammation. Les métaux contenaient ce phlogistique en abondance; il s'en séparait, et s'échappait dans l'acte de leur ignition, laissant pour résidu la masse terreuse qui constituait leur essence propre. Puisque cette masse pesait plus que le métal même, il fallait que le phlogistique combiné à un corps eût la propriété d'affaiblir son poids propre, et de lui communiquer une légèreté relative. Une pareille attribution est contraire aux lois de la statique universelle. Mais la chimie ne s'était pas encore astreinte aux conditions que ces lois imposent; elle n'employait pas la balance pour contrôler les conséquences de ses spéculations. Lavoisier comprit la nécessité de les soumettre à cette épreuve; et il s'appliqua d'abord à constater ainsi toutes les particularités statiques, dont la manifestation devait être attachée, comme caractère phénoménal, à l'acte de la calcination des métaux. Dans ce dessein, il fit l'expérience suivante. Il moula quelques petits cylindres d'étain, dont il détermina le poids avec des balances excessivement précises; aussi précises que celles dont on se sert pour l'essai des monnaies d'or. Ces cylindres furent introduits dans une cornue de verre mince, à long col, lequel fut ensuite tiré et effilé à la flamme d'une lampe d'émailleur, jusqu'à n'avoir plus, à son orifice, que les dimensions d'un tube capillaire. Cet orifice restant ouvert, la cornue fut pesée aux mêmes balances, avec l'étain qu'elle contenait; et on nota le poids total que je nomme P_1 . Comme on se proposait de la chauffer fortement, on ne la ferma pas d'abord, de crainte que l'expansion de l'air intérieur ne la fit éclater; mais on fit sortir un peu de cet air à une douce chaleur, après quoi on fondit soudainement la pointe du col par un dard de feu, ce qui la ferma hermétiquement. Quand tout le système fut refroidi, Lavoisier le pesa, le pesa deux fois à trois jours de distance, pour constater avec la dernière exactitude son poids définitif, que j'appellerai P_2 . Il le trouva tant soit peu moindre que le poids primitif P_1 . Cela était tout simple, puisqu'il en avait fait sortir un peu d'air. La cornue ainsi scellée, et pesée, fut présentée de nouveau par sa

panse à un feu de charbon, d'abord de loin, puis d'un peu plus près, jusqu'à ce qu'enfin l'étain renfermé entrât en fusion; et on le maintint dans cet état pendant plusieurs heures. On vit alors progressivement la surface du métal se ternir, se couvrir d'une pellicule noirâtre, que la moindre agitation désagrégeait, et divisait en une matière pulvérulente qui descendait au fond du métal liquide, se montrant ainsi spécifiquement plus lourde que lui. C'était donc évidemment de la chaux d'étain, qui s'était formée sans l'accession d'aucune substance matérielle, extérieure à la cornue. Au bout de trois heures, le progrès de la calcination s'arrêta, quoiqu'une forte portion de l'étain conservât encore son aspect et son éclat métallique, inaltérés. Jugeant donc que l'opération ne pouvait pas aller plus loin, on retira la cornue du feu; puis, après qu'elle fut complètement refroidie, Lavoisier la pesa minutieusement, à plusieurs reprises, *sans l'ouvrir*, avec tout ce qu'elle renfermait. Ce poids total, se trouva encore identiquement égal à P_1 , comme avant la calcination. Ainsi, le changement d'une portion de l'étain en chaux, s'était effectué par une modification des substances pondérables renfermées dans la cornue, sans aucune mutation de leur poids total, conséquemment, sans dégagement ni accession d'aucun principe qui eût modifié la somme des efforts exercés par la pesanteur terrestre sur leur ensemble. Il restait à prouver que ces efforts n'avaient pas été modifiés individuellement, de manière à devenir plus énergiques sur la chaux formée, et d'autant moins énergiques sur l'air restant. Tout invraisemblable que fût, en soi, cette égalité de répartition, Lavoisier en détruisit encore la possibilité hypothétique. Il cassa le bec de sa cornue; l'air extérieur y rentra avec un sifflement aigu, annonçant qu'il s'y était fait un vide partiel. Ce vide rempli, le système total fut pesé de nouveau avec les fragments du bec. Son poids se trouva plus fort que le poids primitif P_1 , de la cornue ouverte, avec l'étain non calciné; et l'augmentation fut exactement égale à l'excès de poids que présenta l'étain plus sa chaux, recueillis ensuite ensemble. Ces épreuves anéantissaient le phlogistique, en le montrant inutile, et contraire aux faits statiques. Lavoisier, guidé par des expériences très-ingénieuses de Bayen, reproduisit cette démonstration avec des caractères encore plus décisifs, en la répétant sur le mercure, qui a la propriété de se calciner lorsqu'il est chauffé dans l'air à une certaine température, et de se revivifier à l'état de métal, à une température plus haute; ce qui étant effectué de même, en vaisseaux clos, sans aucune modification du poids total du système, prouve invinciblement, par épreuve et par contre-épreuve, que ces phénomènes s'opèrent entre les seuls éléments matériels du métal et de l'air, sans aucune

intervention étrangère d'autres principes pondérables. Toutefois, j'ai préféré prendre ici comme exemple l'expérience sur l'étain, pour plusieurs motifs. D'abord, par sa date, elle appartenait à l'époque pour laquelle je voulais établir mon parallèle; puis, dans les ouvrages de chimie où je l'ai vue mentionnée, les détails les plus décisifs de la démonstration qu'elle était destinée à établir, m'ont paru être trop incomplètement signalés, parfois entièrement omis. Enfin, l'histoire de la physique nous offre un trait, qui est singulièrement propre à faire comprendre combien ces détails ont d'importance logique; et comment l'omission d'un seul d'entre eux, lorsqu'il est essentiel pour la continuité du raisonnement, peut faire passer toutes vos déductions, de la vérité à l'erreur. Boyle avait fait la même expérience que Lavoisier sur la calcination de l'étain, et aussi du plomb. Il avait opéré comme lui, en pesant le métal et en l'introduisant dans une cornue de verre à bec allongé, scellé ensuite à la lampe. Il y avait également vu la calcination s'opérer, sans l'intervention de l'air extérieur. Il avait constaté que cet air était rentré avec sifflement dans la cornue, quand il eut cassé la pointe de son col; ce qui prouvait qu'un vide partiel s'y était opéré. Enfin, il avait de même recueilli la chaux qui s'était produite; et, en la réunissant au reste du métal non altéré, il avait trouvé que la somme des deux pesait plus que le métal primitif. Mais il ne s'était pas avisé de peser la cornue scellée, avec son contenu, *avant et après la calcination*, ce qui aurait prouvé la constance du poids total à ces deux époques; et, par suite, l'accomplissement de l'opération, indépendamment de tout accès ou départ de matières étrangères. C'était là le point capital qu'il fallait constater. N'y ayant pas songé, il ne vit que l'augmentation de poids; et, rien ne lui montrant d'où elle venait, il l'attribua à la pénétration de la matière du feu à travers le verre. Cela lui fournit le sujet d'une dissertation spéciale, qu'il intitula, en mauvais latin de physique : *De permeabilitate vitri a flamma*. Comment fit-il cette faute, qui, par l'omission d'un seul élément de mesure, donna des issues si diverses à deux tentatives, d'ailleurs identiques dans le choix des appareils et la série des procédés? cela est facile à comprendre. Boyle ne voulait que faire une expérience, sans but défini. Lavoisier voulait établir les données nécessaires pour résoudre une question scientifique, dont il s'était posé à l'avance, dans son esprit, toutes les conditions. Le premier était un manipulateur habile, le dernier un expérimentateur philosophe.

Je ne puis quitter cette époque mémorable, sans discuter ici une allégation qui a eu beaucoup de retentissement dans l'histoire de la science chimique, d'autant qu'elle me semble très-loin de mériter l'im-

portance qu'on lui a donnée. Il ne s'agit rien moins que d'enlever à Lavoisier, et aux chimistes modernes, la découverte fondamentale de la combinaison des métaux avec un des éléments de l'air atmosphérique, pour la reporter aux premières années du xvii^e siècle, et en faire honneur à un médecin français de ce temps, appelé Jean Rey. Lorsqu'un fait nouveau, considérable, fécond en conséquences, vient à se produire dans le monde scientifique, accompagné de preuves qui en établissent la certitude, et d'applications qui en découvrent la portée, c'est une habitude naturelle aux esprits contemporains que de rechercher curieusement s'il n'en existe pas d'anciennes traces. S'ils en trouvent, même d'indécises, ils les saisissent, et les ravivent pour ainsi dire, avec une facilité de conviction remplie d'indulgence. Ce travail critique est fort méritant, quand il est équitable. Car il est toujours à propos de rendre justice aux inventeurs méconnus. Mais, en se reportant au point de vue où ils s'étaient placés, en attribuant aux expressions dont ils se sont servis, le sens qu'on y attachait de leur temps; en donnant à leurs idées toute l'étendue qu'ils avaient pu eux-mêmes vouloir embrasser, il faut ensuite appliquer à leurs productions les règles immuables de la discussion scientifique. On devra donc y faire une juste différence entre les assertions et les preuves, entre les aperçus et les vérités établies; car il n'y aurait ni utilité, ni équité, ni philosophie, à admettre d'un auteur ancien, comme démontré, ce qu'on refuserait comme hypothétique d'un contemporain. Si l'on apprécie le livre de Jean Rey, d'après ces règles, le compte est facile; et, pour que chacun puisse en juger, je rapporte ici en note le texte du court passage, qu'il présente lui-même comme résumant toute sa doctrine¹. Ce passage, de peu de lignes, a fait sa célébrité. Si on le prend seul, en le détachant du reste du livre, et qu'on interprète l'unique phrase qui le compose, en attribuant aux mots la signification scientifique dont nos connaissances actuelles nous permettent de les revêtir, on pourra prétendre que l'auteur a envisagé

¹ Voici ce passage qui a fait, à lui seul, la fortune du livre : « A cette demande « donc (*pourquoi l'étain augmente de poids dans la calcination*), je réponds et soutiens « glorieusement que ce surcroît de poids vient de l'air, qui, dans le vase, a été « espessi, appesanti, et rendu aucunement adhésif, par la véhémence et longuement « continuée chaleur du fourneau, lequel air se mesle avec la chaux (à ce aydant l'a- « gitation fréquente), et s'attache à ses menues parties; non autrement que l'eau « appesantit le sable que vous jetez et agitez dans icelle, par l'amoitir, et adhérer « au moindre de ses grains. » *Essais de Jean Rey, docteur en médecine, édition de 1777, page 66.* Ce passage est entièrement marqué de guillemets dans l'original, comme résumant toute la doctrine de l'auteur.

effectivement le phénomène de la calcination des métaux sous son point de vue véritable, puisqu'il dit formellement que le *surcroît de poids* qu'ils acquièrent dans cette circonstance, *leur vient de l'air*. Mais, entrons dans les détails, et cherchons quelle idée il attache à cette adjonction de l'air; à quel mode d'action physique il l'attribue; comment il la conçoit; par quelles preuves il la démontre ou la constate. Car tout cet examen est indispensable, pour apprécier équitablement la part qui lui revient dans ce que nous savons aujourd'hui. D'abord, quant à des preuves absolues, il n'en donne pas, et sa manière de procéder l'en dispense. Ayant énoncé sa proposition, dans le passage que j'ai cité, il discute les diverses explications hypothétiques admises de son temps; et, n'en trouvant aucune bonne, il conclut que la sienne est la seule vraie. Or ce genre d'argumentation n'est nullement démonstratif, dans les sciences physiques. Car, sans sortir de l'exemple que lui-même nous fournit, une autre explication aurait pu surgir qui lui aurait paru plus acceptable, ne fût-ce que le *phlogistique* de Stalh. Alors il nous faut examiner les considérations *à priori* qui l'ont conduit à l'idée qu'il adopte, et voir comment il en conçoit l'application. Il les présente par ordre, préalablement à son résumé, dans des chapitres distincts, qu'il appelle *Essais*, comme Montaigne; et l'on y peut suivre tout le fil de ses raisonnements. Dans le premier, il pose en principe que la pesanteur agit sur toutes les substances matérielles, avec des énergies inégales, ce qui leur donne des poids relatifs divers : celui du feu est le moindre de tous. Au chapitre iv, il veut prouver que l'air et le feu sont pesants, et *se meuvent naturellement en bas*; ce qu'il conclut, non d'expériences, mais de considérations métaphysiques puisées dans son imagination. Aux chapitres xi, xii, xiii et xiv, il expose les conséquences qu'il tire de ces prémisses. Selon lui, le feu, par sa chaleur, *peut épaissir les corps homogènes*, en forçant leurs parties les plus subtiles à s'élever, et à se séparer des plus grossières, qui retombent en bas. Il voit bien qu'il y a contradiction, à supposer l'homogénéité accompagnée de dissemblance. On le lui a objecté. Mais il déclare ne point s'en rapporter aux paroles des philosophes; et l'expérience lui montre que cette association peut exister, *par accident*. En cette façon, dit-il, le feu peut épaissir l'eau et l'air, convertissant certaines parties de l'une en vapeurs plus légères, et certaines parties de l'autre en un air plus rare. Quant à l'épaississement de ce qui reste, on comprend qu'il n'en donne pas de preuves physiques, puisque le fait est imaginaire. Mais il le conclut de son argumentation, et cela lui suffit. Alors, l'application de ces principes au phénomène de la calcination des métaux est fort simple. La chaleur du fourneau dans lequel le métal est

placé, soulève les parties les plus subtiles de l'air ambiant; les autres, séparées de celles-là s'épaississent en un air plus lourd, lequel, dit-il, s'insinue entre les parties de la chaux métallique, comme l'eau entre les grains d'une masse de sable; et il y adhère de même, *parce qu'il est devenu aucunement adhésif*. Ce *parce que* est péremptoire. Voilà toute la doctrine de Jean Rey. Je ne la renforce ni ne l'affaiblis; je ne l'améliore ni ne la gâte; je me borne à la résumer fidèlement. Peut-on prétendre, avec quelque raison, qu'il y a là, je ne dis pas une vue distincte, mais seulement un aperçu juste du phénomène? Y trouve-t-on le moindre indice de ce qui constitue le fait réel et en décide l'accomplissement: un certain degré d'élévation de la température, mettant le métal, et l'un des éléments de l'air atmosphérique, dans un état de relation nouveau, tel, qu'au lieu de continuer à exister séparés, avec leur constitution propre, l'élément gazeux devenu solide se réunit aux particules du métal; et s'y attache si fortement qu'on ne peut plus l'en séparer que par une violence plus expansive du feu, ou par l'intermède de quelque corps, qui exerce sur lui une faculté d'appropriation encore plus puissante? Voilà la doctrine moderne, qui est seulement l'expression pure des faits observés. Quel rapport a-t-elle avec celle de Jean Rey? Une vérité, qui contenait le germe de beaucoup d'autres, s'était présentée à son esprit. Il n'a pas su la pénétrer, et il l'a rattachée à des erreurs. Elle lui découvrait un seul trait, mais principal, d'un phénomène complexe. Il n'a pas soupçonné cette complication; et il s'est arrêté à l'entrée des découvertes, dont ce premier trait de lumière lui ouvrait la route. De cette mine si riche, il ne tire qu'une vaine spéculation, pareille à celle des philosophes grecs. Aux hypothèses que l'on avait imaginées pour rendre raison du même fait, il en ajoute une qui a un point de vrai; et il l'établit sur des idées complètement fausses, sans spécifier ses conséquences, ni les vérifier par aucune épreuve expérimentale. Si l'on admet que cela suffise pour lui attribuer la notion claire et distincte du phénomène, telle que je viens de l'exposer, on pourra, aussi bien, trouver le germe de toutes les découvertes scientifiques des modernes, et ces découvertes elles-mêmes, dans le traité de Plutarque *Περὶ τῶν ἀρεσκόντων τοῖς φιλοσόφοις*, *Sur les opinions des philosophes*. Mais ces opinions, je dirais plus volontiers ces fantaisies philosophiques, ne font rien découvrir. Le vrai, quand on l'y rencontre, vous apparaît tout aussi incertain et chanceux, que le faux. Ce sont des billets de loterie dont on ne sait la valeur qu'après le tirage.

L'ouvrage de Jean Rey date de 1630. Lorsqu'il fut réimprimé en 1777, au fort du triomphe de la nouvelle chimie, l'obscurité dans

laquelle il était resté jusque-là, se changea en une grande lumière. Sa réapparition eut l'éclat d'un météore. Le vent de l'opinion souffla si puissamment en sa faveur, que ceux-là même qui avaient le plus de droit aux palmes que l'on décernait à l'auteur de ce livre, se virent contraints de lui en concéder la plus belle part, celle de premier inventeur. Ainsi Bayen qui, avant Lavoisier, avait fait l'importante expérience de l'oxydation et de la désoxydation du mercure, à des températures inégales, sans autre agent que la chaleur, Bayen signa une déclaration, qui est imprimée en tête de l'édition nouvelle, par laquelle il reconnaît formellement ce titre de priorité. Il est vrai que l'hypothèque qu'il donnait, portait sur le domaine de Lavoisier, non sur le sien. Enfin, Lavoisier lui-même daigna exprimer, dans ses mémoires, le regret de n'avoir pas connu le livre de Jean Rey assez à temps pour le mentionner, en publiant ses propres découvertes. Le fait d'antériorité se trouva ainsi établi, sans contradicteur. Ouvrez tous les traités de chimie qui ont paru depuis cette époque, ceux, du moins, qui contiennent des indications historiques, vous y trouverez invariablement Jean Rey, présenté comme le précurseur de la nouvelle chimie. Voilà d'imposantes autorités, et fort nombreuses. On me trouvera sans doute bien hardi de contester une opinion devenue si générale. Mais la critique philosophique a des droits imprescriptibles; rien ne peut lui enlever le privilège de sa devise : *nullius in verba*. Usant donc de la liberté qu'elle me permet, je dirai aux chimistes et aux physiciens de mon temps : Relisez l'ouvrage de Jean Rey, consciencieusement, attentivement, d'un bout à l'autre, comme je l'ai lu moi-même. Examinez ses raisonnements et pesez ses conclusions. Puis, décidez s'il mérite la place qu'on lui a donnée depuis 1777, ou celle que je lui assigne aujourd'hui.

Quand Lavoisier eut établi la théorie générale de la combustion, et qu'il l'eut appliquée aux principaux cas de combinaisons inorganiques qu'elle embrasse, il entreprit de l'étendre aux phénomènes analogues qui s'opèrent par la respiration des animaux. En effet, dans cet acte des organes vivants, de même que dans les résultats de combustions purement chimiques, il y a de l'oxygène absorbé, du gaz acide carbonique produit, et de la chaleur dégagée. Le rapprochement de ces circonstances était trop frappant pour n'avoir pas été aperçu aussitôt que l'on eut découvert les propriétés spéciales des différentes espèces d'air. Mais les caractères propres du phénomène de la combustion, la nature de ses produits, les diverses formes qu'il affecte, étaient alors trop incomplètement connus, et trop imparfaitement compris, pour que la similitude de ses effets les plus apparents avec ceux de la respiration, pût être admise comme une identité dont il n'y avait plus qu'à développer

les conséquences. L'étendue des découvertes de Lavoisier avait donné à son esprit une portée de vues, qui lui permettait de reconnaître les caractères d'une simple généralisation, évidente et certaine, où d'autres que lui auraient seulement aperçu des rapports douteux et interrompus. Il entra donc dans ce sujet avec ardeur, et ne cessa plus d'en faire une de ses occupations constantes. Car il avait reconnu bientôt que les expériences ainsi effectuées, avec des appareils vivants, présentent des difficultés spéciales, et d'un tout autre ordre que celles qui se font sur des substances inertes, avec des appareils mécaniques. L'animal placé dans un volume restreint d'air atmosphérique, ne diminue pas seulement la qualité vitale de cet air, en lui enlevant progressivement, par la respiration, l'oxygène qui s'y trouve contenu; il le vicie encore par expiration, en y introduisant du gaz acide carbonique qu'il forme, et dont l'action sur les organes est délétère. L'animal enfermé éprouve ainsi plus de difficulté à respirer, à mesure que son séjour se prolonge. Il passe bientôt de l'état sain à l'état maladif; il s'agite, se tourmente, et finit par mourir dans des convulsions. Ce progrès de malaise et de souffrances, ne laisse donc voir que des effets produits durant l'exercice de fonctions profondément troublées, dans un état de l'animal qui est hors de nature, et tout autre que son état habituel. Lavoisier comprit que, pour le maintenir dans cette dernière condition, il fallait imaginer des dispositions d'appareils, telles que le gaz oxygène y fût restitué progressivement à mesure qu'il est absorbé dans l'aspiration, et l'acide carbonique enlevé à mesure qu'il est dégagé dans l'acte inverse; en sorte que l'animal se trouve toujours dans une atmosphère naturelle, de composition à peu près constante. Il y aurait une grande difficulté de plus à obtenir ce résultat, si le gaz azote, qui est mélangé avec l'oxygène dans l'air atmosphérique, dont il forme en volume les 79 centièmes, était aussi modifié dans sa quantité, ou dans sa nature, par la respiration animale. Mais, heureusement, il n'en est que très-peu diminué ou augmenté; et, comme il n'est pas nuisible par lui-même, les petites différences de proportion, qui peuvent y survenir, n'ont pas d'inconvénient pathologique. Ces limites restreintes de variation du volume de l'azote, dans la respiration, avaient été aperçues par Lavoisier. Depuis, on avait contesté fortement ce fait. Les nouvelles expériences de MM. Regnault et Reiset le mettent hors de doute. On n'a donc à se préoccuper essentiellement que d'entretenir la constance de proportion des deux autres gaz, dans l'atmosphère artificielle. Mais cela est encore très-difficile; ou du moins on doit le croire. Car, bien que les auteurs du nouveau travail y aient réussi, par des combinaisons d'appareils très-simples, et très-sûres, tous leurs prédécesseurs y avaient

échoué, ou n'avaient échappé à cette difficulté, qu'en sacrifiant d'autres conditions non moins importantes. Au temps de Lavoisier, cela était à peine possible. On connaissait trop imparfaitement la statique des gaz, les lois de leur expansibilité, de leur compressibilité, de leur mélange entre eux et avec les vapeurs. On n'avait pas encore assez perfectionné les appareils physiques, pour en obtenir aisément des indications précises; on n'était pas encore assez familiarisé avec leur manœuvre : on n'avait pas appris à les associer dans des combinaisons, où ils se correspondent, et concourent simultanément pour établir tous les éléments d'un même fait. Des difficultés d'une autre nature s'opposaient aussi à ce que l'on obtînt alors des déterminations complètement exactes, dans ce genre de recherches. On était loin de connaître assez bien les artifices de chimie et de physique, par lesquels on parvient aujourd'hui à séparer les gaz les uns des autres, à reconnaître leurs caractères propres, à les définir individuellement, et à constater leur présence, ainsi que leurs moindres proportions, dans les mélanges les plus complexes. Enfin, un dernier obstacle aux expériences qui ont pour objet la respiration des animaux, c'est qu'un seul expérimentateur ne peut pas matériellement suffire aux manipulations qu'elles exigent. Il y faut une seule tête, et beaucoup de bras. Lavoisier, dans les siennes, ne manqua pas de coopérateurs, que son illustration personnelle, et le noble emploi d'une grande fortune, attireraient facilement autour de lui. En première ligne on distingue Laplace, qui, sans doute, a pu lui être très-utile par la communication de ses idées, et l'assistance de ses calculs, mais fort peu, ou nullement, pour l'organisation des appareils, et les détails manuels des opérations. Un autre fut Séguin, expérimentateur adroit, intelligent et actif, qui n'était pas encore tombé dans les travers où il se jeta bientôt, quand il fut devenu millionnaire. Des jeunes gens zélés, dirigés par lui, servaient d'aides; et plusieurs se sont fait depuis un nom, dans les sciences, Vauquelin par exemple. Mais les événements qui survinrent, mirent fin à cette grande étude scientifique. Les dernières années que Lavoisier put y consacrer furent pleines de troubles; et lui-même fut mené à l'échafaud, sans avoir pu obtenir le répit qu'il demandait, pour la continuer. Dans ces infortunes publiques et privées qui vinrent l'assaillir, au milieu de recherches rendues si difficiles, par les moyens d'exploration imparfaits que lui fournissaient les procédés physiques et chimiques de son temps, on conçoit que Lavoisier n'a pas pu résoudre complètement, dans tous ses détails, une question aussi vaste que celle de la respiration des animaux. Mais il posa toutes les bases principales de cette solution, suppléant par des généralisations presque toujours

justes, aux particularités des phénomènes que l'imperfection de ses appareils l'empêchait de saisir. Ainsi, il soupçonna que la respiration n'a pas seulement pour effet de brûler une portion de la matière carbonieuse contenue dans les organes animaux, mais de brûler aussi une portion de l'hydrogène contenue dans le sang, d'en former de l'eau, et, par ces deux combustions, d'entretenir la chaleur propre qui est nécessaire à la vie. L'induction, plutôt que l'expérience, lui fit encore reconnaître que la quantité de l'azote, contenu dans l'air où l'animal respire, demeure sensiblement constante. Il constata que l'absorption de l'oxygène et la production de l'acide carbonique, varient pour le même individu; devenant plus grandes pendant la digestion, et s'accroissant encore dans l'état de mouvement et d'agitation. D'après la vue générale qu'il donne de ces faits, la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux : la RESPIRATION, qui brûle de l'hydrogène et du carbone, d'où résulte une émission interne de chaleur; la TRANSPIRATION, qui prévient l'accumulation indéfinie de cette chaleur, en la dépensant à mesure pour former les vapeurs qu'elle émet, et qu'elle rend plus ou moins abondantes, selon qu'il devient occasionnellement nécessaire d'abaisser ou d'élever la température propre. Enfin la DIGESTION, qui rend au sang ce qu'il a perdu par la respiration et la transpiration. Le concours de ces trois actes, et leur balancement mutuel, entretiennent ainsi l'être vivant dans un état perpétuel d'équilibre mobile, dont la variabilité lui permet de maintenir instinctivement son existence, dans toutes les mutations de circonstances physiques auxquelles il se trouve naturellement exposé. Ces grandes vues de Lavoisier ont dû être modifiées dans quelques détails. Mais l'ensemble est reconnu vrai, encore aujourd'hui.

Dans un autre article je tâcherai de caractériser brièvement les diverses tentatives expérimentales, qu'on a entreprises sur ce sujet depuis Lavoisier, jusqu'au mémoire que je veux spécialement présenter à l'attention de nos lecteurs. Mais je me hâterai d'arriver à celui-ci, qui me semble le seul où la question ait été traitée comme elle devait l'être, avec une complète intelligence de ses conditions; en y faisant concourir un ensemble d'appareils si judicieusement combinés, des procédés d'observation si exacts, des méthodes d'analyses chimiques si précises, tout cela fournissant des applications si nombreuses, que Lavoisier lui-même n'aurait pas su, je crois, mieux faire aujourd'hui. C'est le plus bel éloge que je puisse donner à ce travail; et l'on verra qu'il est mérité.

J. B. BIOT.

(La suite à un prochain cahier.)