Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 26 (1973)
Heft: 3

Artikel: Aperçu historique sur l'atomisme
Autor: Besson, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739928

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

APERÇU HISTORIQUE SUR L'ATOMISME[1]

PAR

Henri BESSON

I. INTRODUCTION

L'adjectif grec ἄτομος signifie: qui n'est pas coupé; qu'on ne peut pas couper ou entamer; indivisible. Le substantif τὸ ἄτομον signifie: point indivisible; moment, instant. La langue grecque utilise encore le terme philosophique ἡ ἄτομος qui signifie: atome, corpuscule indivisible. (Cf. Alexandre, Dictionnaire grec-français).

Selon le contexte, les mots français *atome* et *atomique* ont aussi tous les sens considérés ci-dessus. En effet, ces termes peuvent avoir les deux premiers sens, un peu vagues, ou le troisième, plus étroit, mais clair et précis.

C'est le terme philosophique que nous allons retenir ici. Il recouvre la question de la constitution de la matière et de l'univers. L'idée atomiste est ancienne. Elle consiste à considérer que la matière est formée de corpuscules indivisibles se mouvant dans le vide. Les diverses formes de matière résultent alors aussi bien des diverses formes d'atomes d'une substance unique que de leurs diverses façons de s'agglomérer, ou encore de se mouvoir, si bien que tout dépend finalement de la forme, de l'ordre, de la position et de l'état de mouvement de ces corpuscules. C'est le chemin parcouru par cette idée depuis l'antiquité jusqu'à l'époque contemporaine que nous allons essayer de suivre.

II. L'ANTIQUITÉ

L'antiquité grecque a vu naître l'auteur qui formula pour la première fois l'idée atomique:

[1] Exposé fait le 30 mai 1973 au séminaire d'histoire des sciences dirigé par les professeurs J.-M. Jauch et P. Speziali, à qui je tiens à exprimer ici ma gratitude pour leurs multiples conseils.

LEUCIPPE d'Abdère (460 à 370 av. J.-C.).

L'origine de LEUCIPPE n'est pas très claire. Certains disent qu'il était d'Abdère, d'autres de Milet, d'autres encore d'Elée. Ce qui paraît sûr, c'est qu'il fut élève de Zénon. Cependant, LEUCIPPE s'est distancé de l'enseignement de l'école de PARMENIDE pour proposer l'atomisme.

L'idée de LEUCIPPE est que l'univers est constitué de *plein* et de *vide*. Le plein est divisé en une infinité de corpuscules insécables animés d'un éternel mouvement. La naissance des mondes est due à la chute des corps dans le vide et à leur entrelacement. Le monde s'est constitué en prenant une forme courbe, ce qui s'est produit de la façon suivante: le mouvement des atomes étant irréfléchi et fortuit, et leur déplacement incessant et très rapide, beaucoup d'entre eux se sont réunis en un même lieu, d'où résulta une grande variété de formes et de grandeurs. Leucippe dit encore que les principes minimes, qui sont infinis en nombre se meuvent éternellement. Les subtils, en se répandant vers le haut, deviennent feu et air tandis que les gros qui restent en bas deviennent eau et terre.

Comme PLATON, LEUCIPPE suppose que la force est éternelle, parce que, dit-il, le mouvement est éternel. Toutes les choses sont produites par la nécessité, qui est le destin: « Rien n'arrive à l'existence sans cause, mais tout a une raison déterminée et est dû à la nécessité ».

LEUCIPPE eut pour élève le plus brillant des atomistes de l'antiquité:

DÉMOCRITE d'Abdère (460 ? à 370 ? av. J.-C.).

Les dates relatives à DÉMOCRITE ne sont que mal connues. Son origine n'est pas certaine puisque d'aucuns disent qu'il était de Milet.

On ne connaît pas la vie de DÉMOCRITE de façon bien précise. On sait par HÉRODOTE qu'il eut comme maîtres des mages et des astrologues, des savants que le roi XERXÈS laissa à son père dont il fut l'hôte. C'est par eux que, étant encore enfant, il fut instruit dans les questions de théologie et d'astronomie. Il s'attacha ensuite à LEUCIPPE.

Il aurait beaucoup voyagé: il serait allé en Egypte pour y être instruit en géométrie par les prêtres, en Perse pour faire la connaissance des astrologues. Il serait encore allé en Ethiopie et aurait été en rapport avec des philosophes de l'Inde. Il serait aussi allé à Athènes où il aurait connu SOCRATE sans être connu de lui. Il semble avoir eu une très vaste culture, car on dit qu'il étudiait la physique, l'éthique, les mathématiques, les sujets de culture générale et qu'il avait une connaissance complète des arts. Il semble avoir été un partisan zélé des pythagoriciens.

Son œuvre fut vaste. THRASYLE a classé ses ouvrages de la façon suivante:

1. Ouvrages sur l'éthique;
2. Ouvrages sur la physique;
3. Ouvrages non classés (causes célestes, atmosphériques, etc., sur l'aimant).

4. Ouvrages mathématiques;
5. Ouvrages sur la musique;
6. Ouvrages sur les arts.

La presque totalité de cette œuvre a été perdue. Ce qu'il en reste sont des commentaires et des citations. ARISTOTE a écrit:

« Généralement, en mettant de côté les choses superficielles, personne encore, en dehors de DÉMOCRITE, n'a examiné avec attention un sujet quelconque. Celui-ci semble avoir réfléchi sur toute chose, en se distinguant nettement par sa façon de procéder.» (ARIST. *de gen. et corr.* I 2. 315 a 34 [55 A 35]).

Puis:

« Si nos prédécesseurs ne sont pas parvenus à ce procédé [scientifique], il faut en chercher la cause dans le fait qu'ils ne possédaient pas la notion d'essence ni la définition de la substance. Ce fut DÉMOCRITE, le premier, qui s'en occupa, non pas parce que cela lui fut nécessaire pour l'étude physique, mais il y fut amené par les faits mêmes.» (ARIST *de part. anim.* I 1. 642 a 24 [55 A 36]).

Citons encore DIOGÈNE de Laërte:

« Les principes de toutes choses [dit DÉMOCRITE] sont les atomes et le vide, tout le reste n'est qu'opinion. Les mondes sont infinis en nombre, ils sont engendrés et périssables. Rien ne vient du néant, et rien, après avoir été détruit, n'y retourne. Les atomes sont infinis quant à leurs grandeurs et quant à leur nombre, ils se déplacent dans tout l'univers en effectuant des mouvements tourbillonnaires, et c'est de la sorte que se forment les composés: feu, eau, air, terre. Ces derniers sont, en effet, des assemblages de certains atomes. lesquels ne peuvent être, à cause de leur rigidité, ni entamés, ni modifiés. Le soleil et la lune sont également constitués d'atomes, qui sont lisses et ronds et dont l'âme est aussi formée, laquelle est identique à l'esprit. Nous voyons grâce à la pénétration de simulacres [dans l'œil]. Tout est engendré conformément à la nécessité, le mouvement tourbillonnaire étant la cause de la formation de toutes choses, et c'est celui-ci qu'il appelle précisément nécessité. Le but de l'existence, c'est la joie de l'âme, qui n'est pas la même chose que le plaisir, comme certains l'ont affirmé en le comprenant mal. Grâce à cette joie, l'âme vit paisiblement et sainement, n'étant troublée par aucune crainte, aucune superstition, ni aucune autre affection. Il lui donne aussi le nom de bonheur et beaucoup d'autres encore. Les qualités sont choses conventionnelles, dans la nature il n'y a que des atomes et du vide.» (DIOG. L., IX, 44-45 [55 A 1]).

Ce sont les conséquences morales que DÉMOCRITE tirait de sa physique qui lui valurent de fortes attaques. En effet, la vie ou l'âme n'est pas, pour DÉMOCRITE, une force qui se surajoute à la matière, elle est éternellement présente et de même

nature qu'elle: elle consiste dans les atomes de feu, qui sont subtils, ronds, lisses et extrêmement mobiles.

ÉPICURE (341 à 270 av. J.-C.)

Le philosophe grec EPICURE est probablement né à Samos. Venu à Athènes, il adopta la physique de DÉMOCRITE et en développa surtout les conséquences philosophiques et plus particulièrement morales. Comme il n'apporte rien d'essentiellement original dans ce qui est à proprement parler la théorie atomique, nous ne faisons guère que citer son nom. A nos yeux, il a son importance car il a été la principale source du plus grand atomiste chez les Latins:

LUCRÈCE (98 ? à 55 av. J.-C.)

LUCRÈCE est né et a vécu à Rome. L'œuvre qui l'a rendu célèbre est son poème en six chants intitulé *De natura rerum*. C'est le texte antique le plus complet qui nous reste au sujet de l'atomisme. Citons tout de suite, d'après ERNOUT, le raisonnement que fait LUCRÈCE pour nous convaincre de l'existence des atomes:

« Du reste, s'il n'y a pas de terme dans la petitesse, les corps les plus petits se composeront d'une infinité de parties; puisque chaque moitié de moitié aura toujours une moitié, et ceci à l'infini. Quelle différence y aura-t-il donc entre l'ensemble des choses et le plus petit élément ? Impossible d'en établir, car si infiniment étendu que soit l'ensemble de l'univers, pourtant les corps les plus petits seront, eux aussi, composés d'une infinité de parties. Comme la droite raison se récrie là contre et n'admet pas que l'esprit puisse y croire, il faut donc te rendre et avouer qu'il existe des corps qui cessent d'être divisibles en parties et qui atteignent aux limites de la petitesse.» (Liv. I, 615-626).

LUCRÈCE s'écarte de DÉMOCRITE sur un point bien précis: alors que, pour DÉMOCRITE, c'est la nécessité qui préside au mouvement et au rassemblement des atomes, pour LUCRÈCE, c'est au hasard que sont dus les agrégats qui nous apparaissent sous forme de corps. LUCRÈCE dit en effet:

« A ce propos, il est encore un fait que nous désirons te faire connaître: dans la chute en ligne droite qui emporte les atomes à travers le vide, en vertu de leur poids propre, ceux-ci, à un moment indéterminé, et un endroit indéterminé, s'écartent tant soit peu de la verticale, juste assez pour qu'on puisse dire que leur mouvement se trouve modifié. Sans cette déclinaison, tous, comme des gouttes de pluie, tomberaient de haut en bas à travers les profondeurs du vide; entre eux, nulle collision n'aurait pu naître, nul choc se produire; et jamais la nature n'eût rien créé.» (Liv. II, 216-224).

L'atome ainsi considéré est le produit du raisonnement et de l'induction dont il est le dernier terme. On ne trouve pas, chez LUCRÈCE, pas plus que chez EPICURE,

DÉMOCRITE ou LEUCIPPE, de considérations expérimentales au sens moderne du terme.

Les adversaires de l'atomisme

Comme chacun sait, la controverse philosophique était vive à Athènes, à Alexandrie, puis à Rome. La position matérialiste des atomistes qui voulaient expliquer les réalités que nous appelons esprit et âme comme des résultats d'assemblages d'atomes aussi bien que toute autre manifestation fut attaquée par tous ceux qui admettaient qu'esprit et âme se distinguent de la matière.

Il n'est pas dans notre propos d'entreprendre ici une étude détaillée de cette controverse. Qu'il nous suffise de nommer celui qui, à Rome, s'opposa avec le plus de force à cette philosophie: CICÉRON. Ce dernier reprend en quelque sorte tous les arguments utilisés jusqu'à lui par les penseurs de l'antiquité. Pour soutenir la thèse contraire, il écrit, en effet, son « De natura deorum » et, sous une forme plus accessible à tous, ses *Tusculanes*.

Aux yeux des anciens, la théorie atomique de DÉMOCRITE ne parvenait pas à donner d'explication satisfaisante des mouvements du soleil, de la lune et des planètes pas plus que de la formation des étoiles. Ce défaut au niveau de la physique permettait l'attaque sur le point précis de l'existence de l'âme. On sent encore ici planer l'idée de la divinité des astres, si abstraite qu'en soit l'expression.

Voici le ton polémique sur lequel CICÉRON entreprend de confondre ses adversaires:

« Qu'ils se mettent bien cela dans la tête, ceux qui disent qu'ils ne peuvent se représenter l'âme sans le corps: ils verront comment ils se la représentent dans le corps même. Pour moi du moins, à considérer la nature de l'âme, il saute aux yeux que la question de savoir ce que peut être l'âme, placée dans le corps comme dans une maison étrangère, est beaucoup plus difficile, beaucoup plus obscure que celle de savoir ce qu'elle peut être une fois sortie du corps et parvenue dans le libre ciel comme dans sa propre demeure. En effet, à moins d'admettre que nous sommes incapables de comprendre ce que nous n'avons jamais vu, il va de soi que nous pouvons nous représenter par la pensée et Dieu même et l'âme divine affranchie du corps.» (*Tusculanes*, livre I, 51).

Dans ce discours, on reconnaît sans peine l'argumentation socratique et platonicienne. Socrate et Platon eux-mêmes n'ont cependant pas pris directement part à ce débat. Platon était, en effet, de trente ans l'aîné de Démocrite.

Achevons ici ce rapide survol de l'antiquité. Nous retrouverons d'ailleurs la controverse entre les atomistes et leurs adversaires, de façon peut-être un peu étonnante, et dans des termes quasi identiques, au XVIIe et au XVIIIe siècles.

III. LE MOYEN AGE

Du point de vue qui nous occupe, le Moyen Age semble être une période de peu d'intérêt. En effet, les idées des atomistes sont presque oubliées pendant plusieurs siècles, n'étant plus mentionnées que de loin en loin par des auteurs à la mémoire peut-être trop longue aux yeux de l'autorité ecclésiastique. Ces auteurs peu conformistes ne citent d'ailleurs les idées matérialistes antiques que pour s'empresser de les réfuter aussitôt avec prudence d'un point de vue qui peut nous paraître quelque peu étrange. Quoi qu'il en soit, les documents sont rares et difficiles à consulter. Seule une étude fouillée pourrait conduire à quelque clarté.

Cependant, on sait que la chimie atomique née au XIXe siècle n'a pas surgi du néant, mais qu'elle a été préparée par une activité séculaire, expérimentale sous certains aspects: l'alchimie. Pour autant qu'on puisse se prononcer à son sujet, cette branche de la connaissance a toujours considéré, comme les atomistes, que la matière était formée d'une substance unique, les diverses formes étant dues à divers états d'agrégation portant le nom d'éléments: terre, eau, air, feu; ou aussi: mercure, soufre, sel, terre. Mais l'alchimie n'est pas claire sur la question de savoir si un morceau de matière est indéfiniment divisible ou non. On ne peut donc la prétendre atomique. Il convient encore de souligner que l'alchimie prépare la chimie moderne par l'introduction de symboles de type littéral pour désigner les diverses substances apparentes (cf. fig. 1 et 2). Ne soyons pourtant pas trop pressés d'y voir une préfiguration des conceptions atomiques qui ont triomphé à la fin du XIXe siècle. Rappelons-nous que la notation chimique moderne n'exclut pas la controverse sur la question de l'existence des atomes. Le XIXe siècle n'a-t-il pas vu s'affronter la théorie atomique et la théorie des équivalents alors que les tenants de l'une et de l'autre théories utilisaient la même notation ? Mais laissons là ces questions.

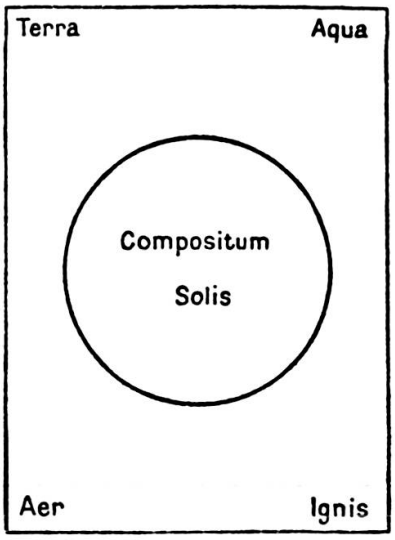

FIG. 1.
Les quatre éléments selon R. Lulle.

Cuivre	♀	**Vénus**
Fer	♂	**Mars**
Etain	♃	**Jupiter**
Plomb	♄	**Saturne**
Mercure (vif-argent).	☿	**Mercure**
Argent	☾	**Lune**
Or	☉	**Soleil**

FIG. 2. — Métaux, symboles et correspondances planétaires.

IV. RENAISSANCE, XVIIe SIÈCLE ET DÉBUT DU XVIIIe SIÈCLE

Alors que l'alchimie se prolonge, se développe peut-être encore, la Renaissance redécouvre les textes antiques et, avec eux, DÉMOCRITE, EPICURE, LUCRÈCE. L'aristotélisme scolastique se voit de plus en plus attaqué de divers points de vue. Parmi ces adversaires, il en est un qui nous intéresse. En effet, au XVIIe siècle, un docteur de l'Eglise tenta d'exposer à nouveau la philosophie atomiste afin de renouveler la théologie:

Pierre GASSENDI (1592-1655)

Pierre GASSENDI naît le 22 janvier 1592 près de Digne d'une famille paysanne. Il étudie à Aix et, à moins de vingt ans, il enseigne la rhétorique à Digne. Il reçoit les ordres mineurs en 1612, le bonnet de docteur à Avignon en 1614 et la prêtrise à Aix en 1616. Il voyage en France et fait plusieurs séjours à Paris. Sa vie s'achève le 24 octobre 1655.

GASSENDI fut à la fois un théologien, un philosophe et un physicien. En 1624, il publia, à Grenoble, ses « Dissertations en forme de paradoxes contre les aristotéliciens » dans lesquelles il propose de renoncer à la physique d'ARISTOTE et de retenir la physique atomique telle qu'elle est présentée par EPICURE. Ce ne devait être là que le premier livre d'un ouvrage plus étendu, mais GASSENDI, prudent, ne composa jamais les livres suivants pour des raisons d'opportunité. Qu'on songe au cas de GALILÉE que GASSENDI connaissait.

Il faut dire que GASSENDI n'a pas fait avancer la théorie atomique. Il a simplement exposé le point de vue d'EPICURE avec des nuances que nous n'analyserons pas ici. KOYRÉ, dans une conférence tenue le 23 avril 1953 au cours des journées gassendistes organisées par le Centre international de synthèse, situe GASSENDI en disant: « C'est que, s'il (GASSENDI) n'a contribué que fort peu ... au développement effectif de la science moderne, il lui a apporté l'ontologie ou plus exactement, le complément d'ontologie, dont elle avait besoin.»

Soulignons tout de même que GASSENDI pense pouvoir expliquer les qualités sensibles par des atomes spécifiquement adaptés à les produire: il y aurait des atomes de chaud, de froid, de lumière, de son, de goût, etc. Cette façon de voir lui permet d'interpréter, avant Robert BOYLE, les expériences de TORRICELLI et de PASCAL sur la pression barométrique.

Ajoutons que GASSENDI n'est pas un mathématicien mais un expérimentateur qui préfère l'observation à la déduction à partir de principes abstraits. C'est ce qui le sépare de DESCARTES alors que l'attitude des deux hommes à l'égard des aristotéliciens aurait, semble-t-il, dû les rapprocher. On peut d'ailleurs remarquer en passant que Isaac BEECKMAN, physicien avec qui DESCARTES avait collaboré

alors qu'il était à Breda, était atomiste. DESCARTES aurait, semble-t-il, par la suite, affecté d'oublier les leçons de BEECKMAN.

La controverse entre atomistes et aristotéliciens, assoupie depuis la fin de l'Antiquité, reprend au XVIIe siècle, tout d'abord en retrait. Nous avons signalé la prudence de GASSENDI. Au milieu du XVIIIe siècle cependant, l'atomisme est de nouveau attaqué devant le grand public par un ouvrage d'importance. En 1745, trois ans après la mort de son auteur, paraît un poème latin inachevé: l'*Anti-Lucrèce* du cardinal

Melchior de POLIGNAC (1661-1742)

Melchior de POLIGNAC naît au Puy-en-Velay le 11 octobre 1661. Il est le second fils de Louis Armand, vicomte de POLIGNAC, et de Jacqueline de ROURE, sa troisième femme. Melchior est d'emblée destiné à l'Eglise. Il fait ses études élémentaires au Puy. Il se rend ensuite à Paris où il fait ses études de rhétorique au collège des Jésuites, puis ses études de philosophie au collège d'Harcourt. Il se distingue à la Sorbonne où il défend une thèse pour soutenir DESCARTES. En pleine soutenance, voyant que son point de vue ne plaît guère à ses maîtres, il change brusquement d'idée et soutient avec autant de brio le système d'ARISTOTE.

A vingt-sept ans, il devient ministre. Il discute les libertés de l'Eglise gallicane et les intérêts de la cour de Rome. Il voyage à Rome, en Pologne en tant qu'ambassadeur, revient à Paris, où il partage son temps entre l'étude et la cour.

Pour mettre en relief les dons dialectiques extraordinaires de cet homme, citons ce que lui disait un jour le Pape ALEXANDRE VIII: « Vous paraissez toujours être de mon avis et à la fin, c'est le vôtre qui l'emporte.» LOUIS XIV, au sortir d'une audience qu'il lui accorda, dit: « Je viens d'entretenir un homme, et un jeune homme, qui m'a toujours contredit, sans que j'aie pu m'en fâcher un moment.»

Ses jours s'achèvent en 1742, peu avant la publication de son poème latin:

L'Anti-Lucrèce

En revenant de Pologne, Melchior de POLIGNAC fait la connaissance de BAYLE en Hollande. Aux questions de POLIGNAC, BAYLE répond par des vers de LUCRÈCE. Pressé de nouvelles questions, BAYLE dit qu'il est protestant et ajoute d'autres citations du *De natura rerum*. De retour à Paris, POLIGNAC reprend la lecture de LUCRÈCE et conçoit l'utilité de réfuter la philosophie matérialiste pour les gens de son siècle. Il s'en prend à l'atomisme du point de vue scolastique et l'on s'attend à le voir avant tout discuter les considérations morales et théologiques. Mais, et c'est là qu'il nous intéresse, il veut être complet et il contredit la physique de LUCRÈCE dans tous les détails. Comme l'Evangile pas plus que l'Ancien testament ne propose de physique, il mène son attaque avec pour appui ce qu'il était alors convenu d'appeler philosophie naturelle. Cette expression ne recouvre rien d'autre que la physique d'Aristote, seule reconnue dogmatiquement correcte. Cela revient à dire que le

cardinal de POLIGNAC réfute la physique atomique antique avec les mêmes arguments que les platoniciens du temps de CICÉRON.

Pour illustrer la démarche de notre auteur, citons peut-être quelques passages du sommaire du livre second, établi par le traducteur BOUGAINVILLE:

> « Premièrement. Si le vuide étoit réel, et qu'il eût toutes les propriétés que lui donnent les Epicuriens, il seroit Dieu.
>
> Deuxièmement. C'est une contradiction grossière de le croire immense, et d'y supposer des points d'où partent les atomes, et des points vers lesquels ils tendent.
>
> Troisièmement. S'il existait, il auroit des parties, et conséquemment il seroit corps; mais au fonds ce n'est qu'une chimère.
>
> Quatrièmement. Cette chimère doit son existence à l'imagination, qui confondant le vuide avec l'espace, se représente l'espace comme détaché de la matière, quoiqu'il en soit inséparable.»

Puis plus loin:

> « Ce qui donne un grand nombre de partisans au vuide, c'est qu'on le croit essentiel au mouvement des corps. L'auteur combat cette idée. Il explique la nature du fluide dans lequel tout se meût... et par des raisonnements qu'il appuie de faits, il établit: Premièrement, que tout est plein dans l'univers. Secondement, que le plein, au lieu de nuire au mouvement, est seul capable de le transmettre et de le perpétuer.»

V. FIN DU XVIIIe SIÈCLE. LAVOISIER

La fin du XVIIIe siècle est marquée par la généralisation de l'attitude expérimentale au sens moderne du terme. Déjà GALILÉE, PASCAL, NEWTON, pour ne citer que des noms célèbres, avaient été de grands expérimentateurs. Mais l'expérimentation qui devait conduire à la victoire de la théorie atomique comme on l'entend aujourd'hui, n'a vraiment commencé de façon systématique qu'à cette époque et le savant dont l'œuvre a marqué ce grand développement est sans doute:

LAVOISIER (1743-1794)

Antoine-Laurent LAVOISIER est né en 1743. Fils d'un procureur du Parlement de Paris, il fut lui-même reçu avocat en 1764. Il étudia les sciences au Jardin du Roi et dans les cours privés des meilleurs professeurs, comme l'abbé NOLLET pour la physique, et ROUELLE pour la chimie. C'est après quelques travaux en géologie qu'il commença ses recherches en chimie. En 1768, il entra à l'Académie des sciences. En 1775, il fut nommé Régisseur des Poudres et Salpêtres et alla habiter l'Arsenal où il installa son fameux laboratoire qui devait être, jusqu'en 1792, l'un des centres

scientifiques les plus réputés d'Europe. Devenu fermier général, il fut jugé en 1794, alors que régnait la Terreur, condamné à mort, puis guillotiné.

Il est certes difficile de séparer l'œuvre de LAVOISIER de celle de ses contemporains, tel PRIESTLEY (1733-1804), pour citer le nom d'un savant dont les travaux furent très proches des siens. Certaines polémiques au sujet de la découverte de l'oxygène ne sont d'ailleurs pas complètement éteintes. Mais ne nous y arrêtons pas. Ce qui compte pour nous, c'est que LAVOISIER sut déboucher, à l'aide de tous les résultats connus de son temps, sur une conception nouvelle. En effet, PRIESTLEY expliquait encore ses résultats à l'aide de la théorie du phlogistique. La découverte de l'oxygène amena par contre LAVOISIER à comprendre le changement de masse des corps au cours de la combustion et à se convaincre que le phlogistique était une notion superflue. Ces conceptions nouvelles lui permirent toutefois de concevoir plus clairement la notion de corps simple, sans que le débat entre théorie atomique et théorie des équivalents puisse encore être tranché. A ce sujet, citons peut-être quelques passages de *La révolution chimique, Lavoisier* de Marcellin BERTHELOT:

« Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, on s'était attaché en chimie à remonter aux éléments philosophiques des choses, si j'ose me servir de cette expression, c'est-à-dire aux derniers éléments susceptibles d'être conçus par le raisonnement: soit les quatre éléments des anciens, feu, air, terre et eau; soit les éléments plus rapprochés de l'expérience, mais non moins obscurs, des alchimistes, mercure, soufre, sel et terre. (...)

En 1785, par suite des travaux exécutés par LAVOISIER et ses contemporains, un grand progrès venait d'être accompli: parmi les éléments admis par la science antique, deux (l'air et l'eau) avaient été décomposés. Quant à l'élément terre, personne ne le regardait plus comme répondant à une notion simple et précise. (...) Enfin l'élément feu venait d'être rejeté en dehors des matières susceptibles d'être pesées. Le mercure et le soufre des philosophes alchimiques n'avaient pas réussi davantage à prendre corps et à sortir du domaine confus des abstractions.
(...)

C'est ainsi que [les chimistes] furent conduits à substituer la doctrine plus modeste, mais plus solide des corps simples, c'est-à-dire des corps qui représentent la dernière limite expérimentale de leurs analyses et de leurs expériences effectives. (...) Ce furent les vues et les découvertes de LAVOISIER qui conduisirent à la préciser suffisamment pour en faire la base de la science nouvelle.

Cette base, on vient de le rappeler, est purement expérimentale. « Si par le nom d'élément, nous entendons désigner les molécules simples et indivisibles qui composent les corps, dit LAVOISIER, il est probable que nous ne les connaissons pas; que si, au contraire, nous attachons au nom d'élément ou de principe des corps l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse, toutes les substances que nous n'avons pu décomposer par aucun moyen sont pour nous des éléments; nous ne

devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auraient fourni la preuve.»

(...)

Remarquons cependant que l'idée que nous nous faisons aujourd'hui des corps simples n'est pas tout à fait le même que celle de LAVOISIER. Pour lui, cette notion était purement empirique... (...) LAVOISIER ne possédait aucun critérium précis, qui lui permît de distinguer et de spécifier un corps simple, non isolé, dans la série de ses combinaisons. Ce critérium, nous le possédons aujourd'hui par la théorie des équivalents ou poids atomiques [BERTHELOT n'a jamais admis la théorie atomique], qui nous permet de poursuivre l'identité et l'invariabilité de poids d'un même corps simple, à travers toute la suite de ses métamorphoses.

(...)

En même temps que la notion des corps simples était aussi fondée celle de l'invariabilité du poids de la matière pondérable: je ne dis pas seulement en général, mais pour chaque corps simple en particulier, ce qui est une idée nouvelle et fort distincte. De là résulte l'existence d'une équation de poids entre ces divers corps simples dans les métamorphoses chimiques, équation sur laquelle reposent depuis cette époque toutes nos analyses et toutes nos interprétations. Cette équation est aussi l'œuvre de LAVOISIER, qui l'a formulée, en 1785, dans son Mémoire sur la dissolution des métaux dans les acides, en l'accompagnant même d'une équation symbolique, première ébauche de nos formules actuelles.»

On peut, à titre d'exemple, reproduire ici l'une de ces formules:

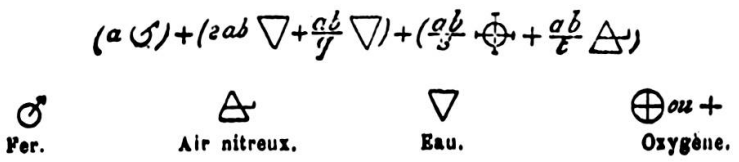

FIG. 3. — Equation de poids selon Lavoisier.

Il est une autre question que la théorie cinétique des gaz nous a appris à résoudre à l'aide des idées atomiques: la nature de la chaleur. Mais à la fin du XVIIIe siècle et jusque tard dans le XIXe siècle, deux conceptions, anciennes d'ailleurs, sont encore en concurrence. LAVOISIER les situe toutes deux avec clarté (cf. l'ouvrage de BERTHELOT que nous avons cité ci-dessus):

« Plusieurs d'entre [les physiciens] regardent [la chaleur] comme un fluide répandu dans toute la nature et dont les corps sont plus ou moins pénétrés... »

Puis « D'autres physiciens pensent que la chaleur n'est que le résultat d'un mouvement insensible des molécules de la matière (...) C'est ce mouvement intestin qui, suivant les physiciens dont nous parlons, constitue la chaleur.» (LAVOISIER, *Traité de chimie*).

LAVOISIER prend ensuite position: « J'ai pensé jusqu'à présent, avec la plupart des physiciens, que la chaleur était une espèce particulière de matière assez subtile pour pénétrer les corps.»

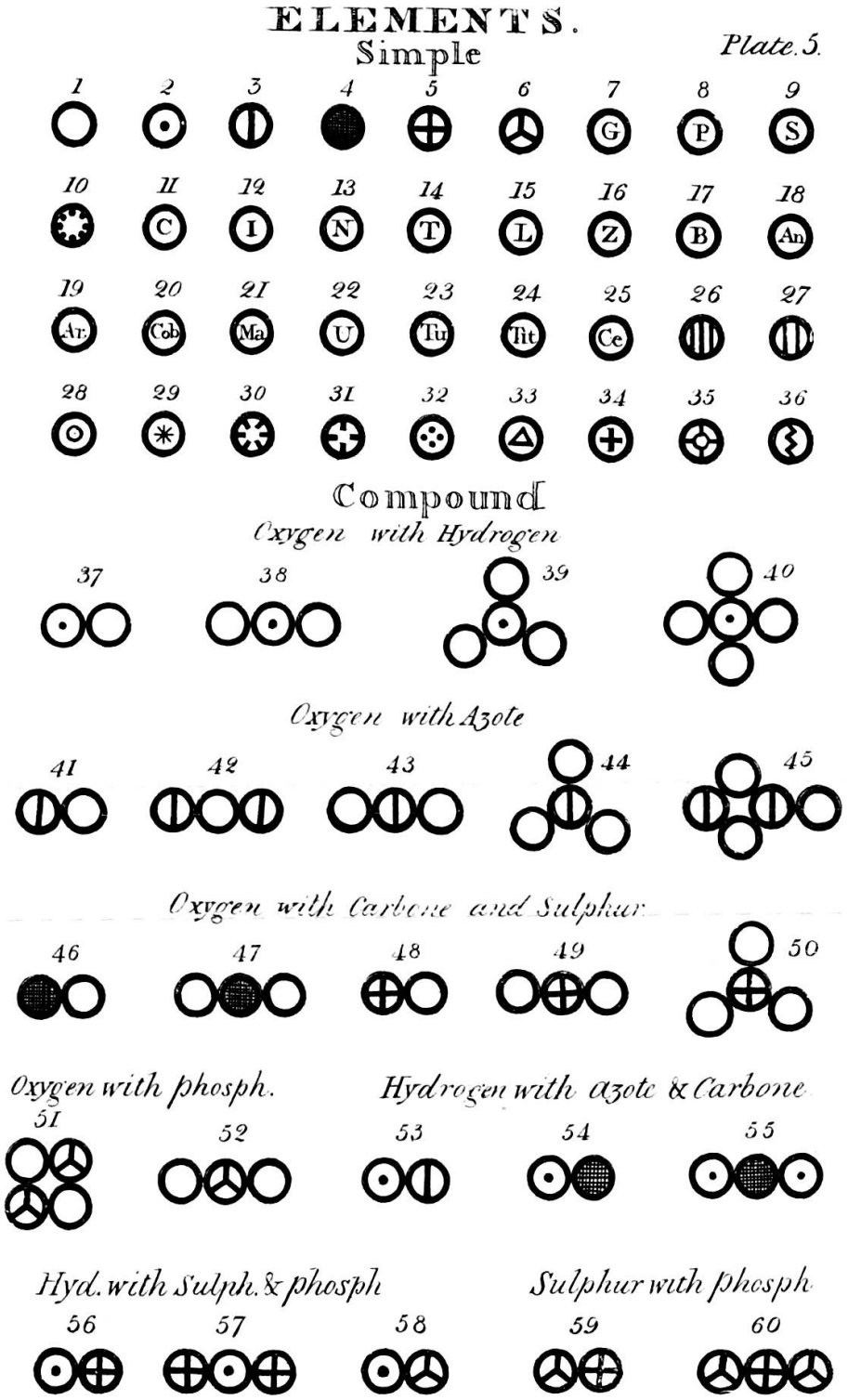

FIG. 4. — Eléments et corps composés selon Dalton.

Si LAVOISIER se déterminait ainsi pour la deuxième conception, c'est parce qu'il ne voyait pas d'arguments expérimentaux, dans la science de son temps, qui fussent en faveur de la première.

Rappelons peut-être ici que pour GASSENDI, la chaleur est un fluide spécial conformément à la deuxième conception énoncée ci-dessus, mais que ce fluide lui-même est constitué d'atomes. Anticipation ? Non. Simple conséquence de sa position atomiste fondamentale.

VI. PREMIÈRE MOITIÉ DU XIXe SIÈCLE

Le XIXe siècle débute avec les travaux de plusieurs grands savants parmi lesquels on trouve:

DALTON (1766-1844)
THÉNARD (1777-1857)
GAY-LUSSAC (1778-1850)
AVOGADRO (1776-1856)

La personnalité dominante est assurément:

DALTON (1766-1844)

DALTON est né le 5 septembre 1766 à Eaglefield dans le Cumberland. Fils d'un pauvre tisserand, il a l'occasion d'étudier les mathématiques et la physique et enseigne ces deux branches au New-College de Manchester de 1796 à 1804. Puis, sans poste fixe, il s'intéresse à la météorologie et à la chimie, tout en voyageant à travers l'Europe jusqu'à sa mort, survenue à Londres en 1844.

DALTON est le premier à avoir résolument pris parti pour la théorie atomique alors que la discussion pro et contra allait encore se prolonger jusqu'à la fin du XIXe siècle. Parmi ses nombreux ouvrages, ne mentionnons que son *Nouveau système de philosophie chimique* paru en 1808 pour la première partie et en 1810 pour la seconde. C'est dans ce travail que DALTON publie ses célèbres dessins d'atomes (voir fig. 4 et 5). DALTON soutient que l'hypothèse atomique explique de façon simple aussi bien la loi de conservation de la masse de LAVOISIER que la loi des proportions définies de PROUST (1754-1826) pour les gaz entrant en réaction. Il remarque de plus que cette hypothèse éclaire parfaitement l'énoncé suivant, irréfutable du point de vue expérimental:

« Quand des éléments, en se combinant, peuvent donner naissance à plusieurs composés, les poids d'un élément donné rapportés à un même poids d'un autre élément, se trouvent avoir des rapports simples entre eux.»

C'est là ce que nous appelons aujourd'hui loi de DALTON.

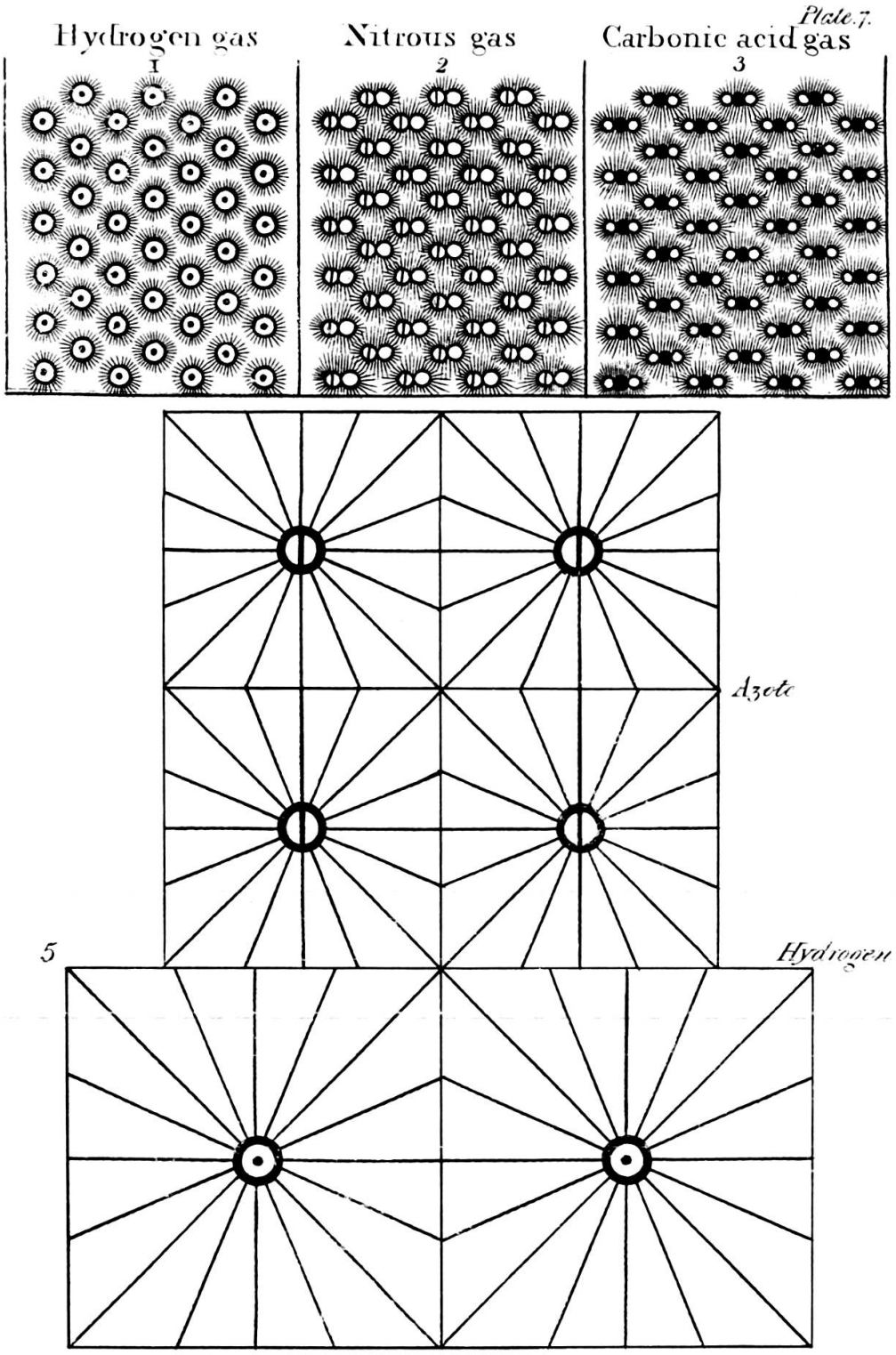

FIG. 5. — Atomes gazeux selon Dalton.

Cependant, DALTON n'a pas distingué entre les atomes H, O, N et les molécules H^2, O^2, N^2, etc. Cette distinction, nous la devons à

AVOGADRO (1776-1856)

AVOGADRO est né à Turin le 9 juin 1776. Il a étudié puis enseigné à l'Université de cette ville où il est mort le 9 juillet 1856. Il connaissait aussi bien les travaux de DALTON en chimie que ceux de GAY-LUSSAC et de THÉNARD sur les gaz. Mais, alors que DALTON n'a jamais sérieusement réfléchi aux résultats de GAY-LUSSAC, AVOGADRO est parvenu à la synthèse suivante, qu'il exprime ainsi: « GAY-LUSSAC a montré que les gaz se combinent toujours suivant un rapport simple de leurs volumes et que, si le produit est gazeux, son volume est également dans un rapport simple avec celui des constituants. Il semble que le rapport des quantités des éléments ne peut dépendre que du nombre relatif des molécules composées qui en résultent: Par conséquent, il est évident qu'il y a des rapports très simples entre les volumes des substances gazeuses et le nombre de molécules simples ou composées qu'elles contiennent. On est conduit tout droit à la seule hypothèse possible d'après laquelle des volumes égaux de gaz contiennent le même nombre de molécules et des volumes différents, des nombres proportionnels de molécules.»

On reconnaît dans ce texte la définition de ce que nous appelons le « nombre d'AVOGADRO » dont AVOGADRO lui-même ne connut jamais la valeur.

Il a fallu attendre la théorie de BOLTZMANN et l'expérience de PERRIN sur la formule de la pression barométrique en 1908 pour déterminer cette valeur (cf. par exemple BECKER, *Théorie de la chaleur*). Ajoutons que PROUT (1785-1850) a écrit en 1815: « Les éléments de la chimie, en raison du caractère le plus souvent entier de leurs masses atomiques rapportées à la masse du plus léger d'entre eux, l'hydrogène, devraient être à leur manière des composés de ce seul corps.» C'est ce que nous appelons la loi de PROUT.

Faisons encore allusion à BERZELIUS (1779-1848) à qui nous devons la théorie électrochimique de l'atome et une notation chimique qui est déjà quasi celle que nous utilisons actuellement.

Avec cela, il semble que la théorie atomique eût dû l'emporter. Il n'en a cependant rien été. Pour illustrer la controverse, rappelons la théorie des équivalents et le nom de l'un des derniers défenseurs de cette dernière: Marcellin BERTHELOT (1827-1907). En fait, la théorie des équivalents ne veut retenir que les lois expérimentales de conservation de la masse et des proportions définies. Elle dresse les mêmes tables de masse que la théorie atomique, mais baptise les noms qui y figurent du nom d'équivalents et se refuse à entrer en matière sur toute hypothèse sur la structure intime de la matière. Cela peut nous paraître étonnant. Mais rappelons-nous que la loi de PROUT (masses atomiques entières) était la plupart du temps violée de façon non négligeable et que la notion d'isotope pas plus que la relation énergétique d'EINSTEIN n'étaient encore dégagées; personne n'en était à envisager une structure atomique aussi complexe que celle que nous connaissons. De fait, il n'existait encore aucune expérience qui imposât de concevoir une telle structure.

Afin d'illustrer le point de vue de Marcellin BERTHELOT, citons une page des *Origines de l'alchimie*, ouvrage qu'il publia en 1885. Elle est tirée d'un chapitre consacré à la constitution de la matière et plus particulièrement d'un paragraphe sur les séries périodiques:

« La notion d'une matière au fond identique, quoique multiforme dans ses apparences, et telle qu'aucune de ses manifestations ne puisse être regardée comme le point de départ nécessaire de toutes les autres, rappelle à quelques égards les idées des anciens alchimistes. Elle offrirait cet avantage d'établir une ligne de démarcation tranchée entre la constitution de nos éléments présents et celle de leurs combinaisons connues. Elle rendrait compte de la différence qui existe entre la chaleur spécifique des éléments actuels et celle des corps composés et carbures polymères. Elle se concilierait d'ailleurs parfaitement avec les hypothèses dynamiques que l'on énonce aujourd'hui sur la constitution de la matière.

» Les divers corps simples, en effet, pourraient être constitués tous par une même matière, distinguée seulement par la nature des mouvements qui les animent. La transmutation d'un élément ne serait alors autre chose que la transformation des mouvements qui répondent à l'existence de cet élément et qui lui communiquent ses propriétés particulières, dans les mouvements spécifiques correspondants à l'existence d'un autre élément. Or, si nous acceptons cette manière de voir, nous n'apercevons plus aucune relation nécessaire de multiplicité équivalente entre les nombres qui caractérisent le mouvement primitif et ceux qui caractérisent le mouvement transformé.

(Cette) [La] conception, que j'ai développée devant la Société chimique de Paris en 1863, ne recourt, en définitive, pour expliquer l'existence des éléments chimiques, qu'à celle de nos corps simples actuels et des corps du même ordre, ramenés en quelque sorte à la notion de matière première.»

On ne manquera pas de remarquer la puissance logique de BERTHELOT qui énonce avec clarté les conséquences lointaines des conceptions atomiques, inacceptables à ses yeux. Piquant peut-être qu'il utilise, pour réduire ses adversaires atomistes, des arguments qui constituent en quelque sorte une magnifique prévision de ce qui deviendra, près d'un siècle plus tard, notion de base.

VII. FIN DU XIXe SIÈCLE ET DÉBUT DU XXe SIÈCLE

L'analyse de détail de cette période est tâche ardue et dépase beaucoup les limites que nous nous sommes fixées. Pour l'essentiel, elle est cependant assez bien connue de tous car l'enseignement que nous recevons dès le niveau élémentaire participe directement des idées qui ont prévalu à cette époque. Qu'il nous soit tout

de même permis de situer quelques grands noms et faits. Se limiter est d'ailleurs difficile car cette période a vu se réaliser la convergence de plusieurs domaines jusque là séparés grâce, en partie tout au moins, à l'adoption par tous de l'hypothèse dont nous avons essayé de faire l'histoire.

Les hésitations au sujet de la théorie atomique ne sont pas encore toutes surmontées alors que la théorie cinétique des gaz de BOLTZMANN (1844-1906) fournit de grands résultats, que la compréhension de l'état solide et de l'état liquide fait de grands bonds grâce à des considérations sur les arrangements d'atomes et que les expériences de CROOKES (1832-1919) sur les rayons cathodiques imposent déjà d'envisager une structure complexe pour expliquer les propriétés de ce que les chimistes partisans de l'atomisme avaient espéré pouvoir appeler atome au sens philosophique ancien du terme.

On découvre l'effet thermo-électrique en 1865. Puis l'atomisme surgit où on ne l'attendait plus guère: les expériences de MILLIKAN (1868-1953) en 1907, fournissent une valeur précise à ce qu'on appelait déjà la charge de l'électron et font admettre définitivement la nature atomique de l'électricité. Il apparaît encore là où plus personne ne l'attendait depuis les travaux de FRESNEL (1783-1827): le rayonnement du corps noir est expliqué par PLANCK (1858-1947) au prix d'une structure granulaire de la lumière, l'effet photoélectrique découvert en 1895 est expliqué par EINSTEIN (1879-1955) à l'aide du même postulat.

L'atomisme expérimental du XIXe siècle se trouve déjà dépassé en même temps que la distinction et la séparation radicale entre phénomènes corpusculaires et ondulatoires. Le modèle atomique planétaire proposé en 1913 par Niels BOHR (1885-1962) fournira une explication plus cohérente de tous ces effets récemment découverts. Mais nous sommes parvenus au seuil de l'atomisme moderne que chacun connaît par ses études mêmes.

VIII. CONCLUSION

L'atomisme est aujourd'hui une attitude adoptée presque sans discussion par toute activité qui se veut scientifique. Mais il s'agit plutôt d'un atomisme relatif à chaque domaine particulier: les chimistes ont leurs atomes, les chimistes organiciens puis les biochimistes, les généticiens puis les biologistes ont chacun les leurs: hypothèses de travail qui délimitent en quelque sorte les différents domaines. Qu'en pensent les physiciens ? Quelle est leur position philosophique, osons dire doctrinale, à ce sujet ? Les cent dernières années nous ont habitués à expliquer les propriétés révélées par l'expérience d'un être considéré tout d'abord comme atomique à l'aide d'une structure interne sans que, pour l'heure, on puisse entrevoir la fin de cet enchaînement. Est-ce BERTHELOT ou DALTON, POLIGNAC ou GASSENDI, CICÉRON ou LUCRÈCE,

SOCRATE ou DÉMOCRITE qui a raison ? Mais nous est-il encore possible de trancher pour les uns ou pour les autres ? Un principe de complémentarité généralisé ne constitue-t-il pas, peut-être, le seul espoir de réponse ?

Adresse de l'auteur :

27, chemin des Palettes
CH-1212 Grand-Lancy
Genève

Manuscrit reçu le 23 novembre 1973.

BIBLIOGRAPHIE

POLIGNAC, Melchior de. (1749). *L'Anti-Lucrèce*, Paris.
DALTON, John. (1808-1810). *A New System of Chemical Philosophy*, Manchester.
BERZELIUS, Jons, Jacob. (1835). *Théorie des proportions chimiques*, Paris.
BERTHELOT, Marcellin. *Les origines de l'alchimie*, Paris, 1885; *La révolution chimique, Lavoisier*, Paris, (1890).
MELDRUM, A. N. (1906). *Avogadro and Dalton*, Edimbourg.
LUCRECE. (1920). *De la nature* (trad. A. Ernout). Paris,
SOLOVINE, Maurice. (1928). *Démocrite, doctrines philosophiques et réflexions morales*, Paris.
ROCHOT, Bernard. (1944). *Les travaux de Gassendi sur Epicure et sur l'atomisme*. Paris, 1944.
Histoire de la science (sous la direction de M. DAUMAS), Encyclopédie de la Pléiade, Paris, 1957.
NIZAN, Paul. (1965). *Les matérialistes de l'Antiquité. Démocrite, Epicure, Lucrèce*, Paris.
BOYANCÉ, Pierre. (1969). *Epicure*, Paris.
CICÉRON. (1971). *Les Tusculanes* (trad. G. Fohlen et J. Humbert), Paris.
HUTIN, Serge. (1971). *L'alchimie*, Paris.