

Revue européenne
des sciences sociales

European Journal of Social Sciences

Revue européenne des sciences sociales

European Journal of Social Sciences

XL-124 | 2002

Histoire, philosophie et sociologie des sciences

La notion de révolution scientifique aujourd'hui

Gérard Jorland



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ress/579>

DOI : 10.4000/ress.579

ISSN : 1663-4446

Éditeur

Librairie Droz

Édition imprimée

Date de publication : 1 août 2002

Pagination : 131-146

ISBN : 2-600-00806-3

ISSN : 0048-8046

Référence électronique

Gérard Jorland, « La notion de révolution scientifique aujourd'hui », *Revue européenne des sciences sociales* [En ligne], XL-124 | 2002, mis en ligne le 01 décembre 2009, consulté le 21 septembre 2021.

URL : <http://journals.openedition.org/ress/579> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ress.579>

Gérard JORLAND

LA NOTION DE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE AUJOURD'HUI

Le concept de révolution scientifique est sans doute la contribution majeure des deux générations précédentes à l'histoire des sciences, celle d'Alexandre Koyré puis celle de Thomas Kuhn pour marquer des repères. Depuis, un changement historiographique, la substitution de l'histoire sociale des sciences à l'histoire philosophique des sciences, avec pour corrélat l'intérêt porté sur la pratique expérimentale plutôt que sur la structure conceptuelle, a brouillé la pertinence de ce concept. Alors que Galilée concentrait les discussions et les controverses sur la nature ou le contenu de cette révolution, c'est désormais Boyle qui est devenu paradigmatique pour l'histoire sociologique des sciences. Le livre de Steven Shapin et Simon Schaffer, *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life* publié en 1985 tient la même place dans cette génération que les *Études galiléennes* d'Alexandre Koyré, publiées avant guerre, en 1939, pour les deux générations précédentes.

En déplaçant l'accent sur les pratiques expérimentales, qui se prêtent mieux à l'analyse sociale des sciences dans la mesure où les académies scientifiques furent établies précisément pour les socialiser, on perd les éléments de rupture que comportait le concept de révolution scientifique. Pas moins que Galilée et ses successeurs, Aristote et les aristotéliciens n'attribuaient un rôle essentiel à l'expérience dans la connaissance scientifique. Par conséquent sur ce plan, il n'est guère pertinent de caractériser la révolution scientifique en termes de rupture avec la physique aristotélicienne. Certes, l'expérience chez Aristote et ses successeurs doit toujours être une expérience naturelle, jamais une expérience artificielle, c'est l'observation des phénomènes et non leur expérimentation, leur « sophistication » comme l'on dira plus tard qui compte. Au contraire, l'expérience dans la science moderne et contemporaine est une expérimentation, c'est une expérience technique, ce n'est plus le spectacle de la nature mais un théâtre de machines. Mais s'il est donc vrai que la différence ontologique entre le naturel et l'artificiel a bien changé avec la science classique, et si le concept de révolution scientifique garde bien sa pertinence à cet égard, la conception de la science, c'est-à-dire sa nature empirique ou *a posteriori* n'en a pas été modifiée pour autant. Le changement social de l'antiquité à l'âge classique caractérisé par la substitution de l'artisan à l'esclave comme opérateur de navette suffit à expliquer ce changement de statut de l'expérimentation. C'est donc la nature du lien social qui a changé, pas celle de la science.

De la même manière, cet accent déplacé sur le caractère expérimental plutôt que théorique de la science classique empêche de penser la révolution scientifique en termes de rupture avec les pratiques magiques et de sécularisation ou de

rationalisation de la pensée. De même que la magie est expérimentale, la science expérimentale a toujours quelque chose de magique, aujourd'hui comme hier. Dans un cas comme dans l'autre, le dispositif expérimental, que ce soit un chapeau ou un accélérateur de particules, est une boîte noire qui transforme par miracle des inputs, que ce soit des foulards ou des gaz, en outputs, en colombes ou en quarks. Certes, la colombe était déjà dans le chapeau, mais les quarks aussi étaient déjà dans l'accélérateur. La seule différence c'est qu'alors qu'il n'était pas possible de prédire que des foulards deviendraient des oiseaux et que c'est l'inattendu qui provoque l'émerveillement, il était tout à fait prédit que les quarks allaient résulter du choc des atomes de gaz et c'est que l'attendu se réalise effectivement qui provoque l'émerveillement. Par conséquent, la différence n'est pas expérimentale, elle est tout entière théorique. Dans un cas, il n'y a pas de théorie, ou du moins la théorie ne concerne pas l'objet de l'expérience mais le sujet, c'est-à-dire le spectateur, c'est une théorie psychologique de l'attention, dans l'autre cas il y a une théorie qui guide de part en part l'expérience et lui donne tout son sens.

On ne s'étonnera donc pas que la substitution d'une histoire sociale des sciences à l'histoire philosophique des sciences, corrélativement des pratiques expérimentales aux théories mathématiques, se soit accompagnée d'une remise en cause du concept de révolution scientifique. Je voudrais corriger dans cette communication ce que je considère être trois erreurs concernant le concept de révolution scientifique puis esquisser les traits caractéristiques de ce que je pense être les trois révolutions scientifiques qui se sont succédées depuis le XVI^e siècle ; entre-temps, j'établirai qu'il y a deux sens du concept de révolution scientifique, un sens fort qui me semble être celui de Koyré et un sens faible celui de Kuhn.

TROIS ERREURS SUR LE CONCEPT DE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE

La première erreur consiste à confondre révolution et coup d'Etat et à croire, ainsi, qu'une révolution est un acte ou un épisode unique et instantané. Par exemple, Steven Shapin écrit :

As our understanding of science in the seventeenth century has changed in recent years, so historians have become increasingly uneasy with the very idea of «the Scientific Revolution». Even the legitimacy of each word making up that phrase has been individually contested. Many historians are now no longer satisfied that there was any singular and discrete event, localized in time and space, that can be pointed to as «the» Scientific Revolution. Such historians now reject even the notion that there was any single coherent cultural entity called «science» in the seventeenth century to undergo revolutionary change. There was, rather, a diverse array of cultural practices aimed at understanding, explaining, and controlling the natural world, each with different characteristics and each experiencing different modes of change. We are now much more dubious of claims that there is anything like «a scientific method» – a coherent, universal and efficacious set of procedures for making scientific knowledge – and still more sceptical of stories that locate its origin in the seventeenth century, from which time it has been unproblematically passed on to us. And many historians do not now accept that the changes wrought on scientific beliefs and practices during the seventeenth century were as «revolutionary» as has been widely portrayed. The continuity of seventeenth-century natural philosophy with its medieval past is now routinely asserted, while talk of «delayed» eighteenth- and nineteenth-century revolutions in chemistry and biology followed hard

upon historians' identification of «the»original Scientific Revolution¹.

Cela fait irrésistiblement penser à l'histoire du chaudron racontée par Freud : «A a emprunté à B un chaudron de cuivre; lorsqu'il le rend, B se plaint de ce que le chaudron a un grand trou qui le met hors d'usage. Voici la défense de A : 'Primo, je n'ai jamais emprunté de chaudron à B; secundo, le chaudron avait un trou lorsque je l'ai emprunté à B; tertio, j'ai rendu le chaudron intact'»². De la même manière que chacun des termes est tour à tour nié, qu'il n'a pas emprunté de chaudron, que le chaudron était troué, que le chaudron a été rendu intact, selon Shapin il n'y a rien eu de tel qu'*une* révolution scientifique, d'ailleurs il n'y a rien de tel que la science, et enfin la science classique n'a rien de révolutionnaire.

Je ferai observer plus sérieusement que les grandes révolutions politiques ne se réduisent pas non plus à un événement unique. La Révolution anglaise s'étend au moins de 1640 à 1714 tout comme la Révolution française s'étend de 1789 à 1870 et ne se réduit même pas symboliquement à la seule prise de la Bastille à laquelle on pourrait tout aussi bien substituer la nuit du 4 août comme événement crucial. De la même manière, la révolution scientifique s'étend de Copernic à Newton, de 1543 à 1687 si l'on veut des dates exactes. Elle ne s'est donc pas accomplie tout d'un coup mais à travers une série d'épisodes tout autant révolutionnaires les uns que les autres. C'est à ce titre qu'on a pu parler aussi bien de «révolution copernicienne» que de «révolution keplerienne», de «révolution galiléenne», de «révolution cartésienne», de «révolution newtonienne», etc.

Il y a certes, incontestablement, un point de départ, l'astronomie héliocentrique de Copernic, mais elle ne fait pas une révolution à elle seule puisque, d'une part, d'autres constructions héliocentriques avaient déjà été proposées autrefois, et, d'autre part, certains successeurs de Copernic, comme Tycho Brahe, sont restés attachés à l'astronomie géocentrique de Ptolémée. Ce n'est donc pas l'astronomie héliocentrique en tant que telle qui fit une révolution, c'est qu'elle est apparue dans un contexte aristotélicien canonisé par l'Église qu'il a fallu non seulement mettre à bas, mais surtout auquel il a fallu en substituer un autre. Or, cette nouvelle science, si l'on veut l'appeler d'un nom cette science mécanique du monde ne s'est pas constituée tout d'un coup, elle a mis un siècle et demi à la faire puis un autre siècle et demi à se consolider.

Autrement dit, il faut toujours penser une révolution non pas en termes de mutation soudaine, malgré l'autorité de Bachelard, mais de transformation progressive, non pas dans l'instant mais dans la durée, comme une transition d'état.

Cette idée que la révolution scientifique est inassignable car lorsqu'on y regarde de plus près, à la loupe en quelque sorte, on ne perçoit jamais de solution de continuité, quelque nom que l'on retienne comme l'instigateur de cette révolution, il emprunte toujours à son temps beaucoup plus qu'il ne l'admet jamais, cette première erreur conduit ainsi à une seconde erreur.

¹ S. Shapin, *The Scientific Revolution*, Chicago et Londres, The University of Chicago Press, 1996, pp. 3-4.

² S. Freud, *Le mot d'esprit dans ses rapports avec l'inconscient*, Paris, Gallimard (Collection Idées), pp. 89-90.

Cette seconde erreur consiste à concevoir une révolution comme une rupture radicale qui fait table rase de l'ancien état de choses, qu'il soit politique, social ou scientifique. Il y a déjà longtemps que Tocqueville a montré comment la révolution française avait préservé l'acquis de la monarchie absolue, son administration centralisée qui tient ensemble le territoire. Si toute révolution est une transformation, toute transformation conserve toujours quelque chose, elle laisse toujours quelque chose invariant. Par conséquent, il n'est pas étonnant que les historiens des sciences trouvent autant d'éléments de continuité que de discontinuité dans la science classique. Ce n'est pas parce que la science nouvelle fut anti-aristotélicienne qu'elle a jeté le discrédit sur toute la philosophie péripatéticienne. Il suffit de rappeler que Leibniz a repris à son compte non seulement la logique du Stagirate mais aussi sa doctrine des quatre causes, réhabilitant y compris les causes finales. Par ailleurs, la science aristotélicienne étant jusqu'alors la science dominante, hégémonique pourrait-on dire, il est naturel que les tenants de la nouvelle science cherchent à argumenter pour la défendre en termes aristotéliciens.

Mais il y a plus encore. Non seulement la rupture n'est jamais radicale mais elle s'accompagne toujours d'une suture qui la rend possible. Les classiques de la révolution scientifique, comme ses protagonistes d'ailleurs, ont volontiers parlé d'un « retour à Platon », d'une « revanche de Platon sur Aristote », d'une « physique platonicienne » se constituant sur les décombres de la physique aristotélicienne. Ce qu'ils désignaient ainsi, c'est le soubassement métaphysique de la mathématisation de la nature par quoi ils caractérisaient la nouvelle science. Gary Hatfield l'a critiqué en ces termes :

[...] in order for a figure to qualify as possessing a 'Platonic-Pythagorean' metaphysics, he will have to do much more than argue or assert that mathematics can be useful within natural science, or even that it is definitive of the objects of the various sciences. He will have to make these arguments or assertions on Platonic grounds, within the context of a Platonic or Neo-platonic conception of the relationship between God (or the *archai*) and nature, or of the fundamentally mathematical character of nature's parts and their order. I contend that among the major authors of the new science, only Kepler meets these criteria³.

Ce qu'il veut dire, c'est qu'une métaphysique platonicienne implique la croyance en des essences mathématiques des phénomènes sensibles qu'il faut intuitionner immédiatement, les sens y préparant au mieux mais n'y conduisant jamais, bien au contraire, ils enferment dans une impasse dans la mesure où ils relèvent du devenir au lieu que la pensée doit avoir accès à l'être.

Il y a deux points bien différents dans la critique de Hatfield. Le premier est de savoir si tous les savants de l'âge classique ont fondé leur travail sur une métaphysique, implicite ou explicite. Le second, de savoir si cette métaphysique est platonicienne. Et il répond par la négative sur ces deux points. Si Kepler a eu recours à une métaphysique platonicienne, Descartes a construit une métaphysique mais elle n'est pas platonicienne, Copernic n'a rien laissé qui fasse penser à une métaphysique et Galilée s'est réclamé d'une certaine philosophie mais d'aucune métaphysique.

³ G. Hatfield, *Metaphysics and the new science*, in D. C. Lindberg & R. S. Westman (eds), *Reappraisals of the scientific revolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990, pp. 93-166, à la page 102.

Cette critique appelle toutefois la duplique suivante. Si, comme le rappelle justement Hatfield, la métaphysique est la science des premiers principes, ceux qui organisent tout le savoir, alors il n'est aucun des auteurs qu'il cite qui n'ait fait usage de tels principes, même si aucun, à l'exception de Descartes, n'a explicitement construit une métaphysique. Hatfield compare les arguments de Copernic en faveur de son système, qui ne sont peut-être ni néoplatoniciens ni métaphysiques, avec ceux de Kepler, néoplatoniciens et métaphysiques, pour construire son système. Autrement dit, il compare le domaine de la preuve à celui de la découverte. S'agissant de Copernic, la question est de savoir pourquoi, malgré toutes les difficultés notamment physiques de l'entreprise, il construit un système héliocentrique. C'est là qu'on aurait de la métaphysique. Une fois qu'il a construit son système, et qu'il veut le comparer avantageusement à celui de Ptolémée, il ne peut le faire qu'avec des arguments mathématiques. Mais il serait surprenant que ce prélat catholique n'ait pas de métaphysique. Hatfield prétend que les critères, on pourrait dire les principes, de symétrie et d'harmonie, qu'il invoque en faveur de son système contre celui de Ptolémée, sont esthétiques et non ontologiques. Toutefois Robert Westman analysant l'esthétique de Copernic a montré qu'il ne s'agissait pas de goût ni de convenance mais bien de conformité à la nature des choses garantie par l'approbation intersubjective.

Copernicus has indeed invoked the aesthetic – but it is a Horatian aesthetic, not a Kuhnian one. And the central theme emphasized by Horace and noticed by his Renaissance commentators was the principle of 'fittingness' or 'belongingness'. Style must fit its subject; diction its characters; the beginning must fit the end. Significantly, the audience is the custodian of 'appropriateness' and rejects through laughter what it perceives not to agree with nature⁴.

Autrement dit, les principes de symétrie et d'harmonie pour esthétiques qu'ils soient ont bien une portée ontologique et, à ce titre, sont aussi métaphysiques.

De la même manière pour ce qui concerne Galilée. Même s'il est vrai, comme Hatfield s'emploie à le montrer, qu'il n'a jamais prétendu que la nature était écrite en caractères mathématiques mais que c'était la philosophie naturelle qui parlait ce langage, de sorte qu'elle ne peut nous renseigner sur la nature que pour ses objets qui peuvent être exprimés en termes de triangles, cercles et autres figures géométriques, il n'empêche que cette position épistémologique, destinée à étendre le champ de la science mathématique, a elle aussi une portée ontologique que Hatfield relève d'ailleurs fort bien. Elle conduit en effet à la distinction entre qualités premières et qualités secondes, c'est-à-dire ces propriétés de la nature qui ne dépendent pas de nos sens, comme la forme, la taille, l'état de mouvement ou de repos, contrairement à celles qui en dépendent comme la couleur, la chaleur, l'odeur⁵. On notera que le programme galiléen de quantifier les qualités, par conséquent de transformer la physique qualitative aristotélicienne en physique quantitative, ne s'est pas arrêté aux qualités premières qu'il énumérait : après la forme et le mouvement, la couleur, la chaleur, et toutes les autres qualités secondes sont devenues l'objet de la physique puis de la chimie. Mais même ce simple par-

⁴ R. S. Westman, *Proof, poetics, and patronage : Copernicus's preface to De revolutionibus*, in *ibid.* pp. 166-205, à la page 182.

⁵ Cf. G. Hatfield, *op. cit.*, p. 133.

tage, tel que l'effectue Galilée, est ontologique. Autrement dit, décider que n'est scientifique que ce qui est mathématisable relève d'un principe doublement ontologique : d'une part, parce que les mathématiques opèrent un feuilletage de l'être ; d'autre part, parce que la distinction entre qualités premières et qualités secondes constitue un critère de discrimination entre la nature en soi et la nature pour nous. Le mathématisable n'est donc pas seulement épistémologique, il est bien aussi ontologique puisqu'il met en présence de la nature telle qu'elle est en elle-même.

Sur le second point, on peut faire observer que le platonisme de l'âge classique ne doit pas être nécessairement orthodoxe. De la même manière qu'il y a un platonisme de la Renaissance, il pourrait fort bien y avoir un platonisme du XVII^e siècle, qui reste à étudier. Mais l'essentiel n'est pas là. L'essentiel, plus que la question du platonisme, qui pourrait n'être qu'une question d'idéologie au sens de Louis Althusser, c'est en effet la suture avec l'archimédisme. Sur ce point, Hatfield développe fort bien l'analyse de Koyré qui voyait en Galilée un archimédien plus encore qu'un platonicien. C'est en s'inspirant d'Archimède, dont Marshall Clagett a relevé minutieusement les traductions depuis le Moyen-Âge, en entreprenant de construire non plus une statique mais une dynamique mathématique, que Galilée a en effet formulé la première loi de la physique moderne.

De la même manière, Copernic rompt avec Ptolémée parce qu'il renoue avec le principe de l'uniformité du mouvement planétaire que l'introduction des équants bafouait, puisque le mouvement planétaire n'était uniforme ni par rapport au déférent, ni par rapport à l'épicycle mais par rapport à un point équidistant du centre du déférent par rapport à la Terre, l'équant, pour sauver les apparences. C'est, de son propre aveu, ce qui l'aurait conduit à chercher un autre arrangement des sphères célestes respectant scrupuleusement ce principe hérité des Anciens jusqu'à imaginer une théorie géocinétique⁶.

La troisième erreur revient à considérer que toute discipline scientifique à l'âge classique relève de la révolution scientifique. William Ashworth prétend que

the demise of emblematic natural history was a crucial part of the development that we call the 'Scientific Revolution'. It was not simply an aftermath of Descartes and the mechanical philosophy but an independant, and perhaps broader, cultural shift that had profound consequences for the evolution of seventeenth-century science⁷.

Ainsi, il y aurait eu une révolution en histoire naturelle à l'âge classique conduisant à l'abandon de la conception emblématique de toute chose en termes de similitudes et de ressemblances. Cette « révolution » se serait accomplie sous le triple effet de l'histoire naturelle des animaux du Nouveau Monde pour lesquelles il n'y avait pas de similitudes connues, du scepticisme qui conduit à poser la question de la vérité des récits et des descriptions que rapporte la tradition, et de l'utilisation des vestiges antiques tels que pièces de monnaies, inscriptions, constructions, comme matériaux historiques, les cabinets de curiosité contenant à la fois des objets naturels et des artefacts.

⁶ C. A. Wilson, *Rheticus, Ravetz and the «necessity» of Copernicus' innovation*, in R. S. Westman (ed.), *The Copernican Achievement*, Berkeley, California University Press, 1975, pp. 17-48, *passim*.

⁷ W. B. Ashworth, Jr., *Natural history and the emblematic world view*, in D. C. Lindberg & R. S. Westman (eds), *Reappraisals of the scientific revolution*, *op. cit.*, pp. 303-332, à la page 305.

De la même manière, Jan Golinski s'emploie à montrer que la chimie n'est pas devenue scientifique à l'âge classique sous l'effet de la philosophie mécaniste mais plutôt sous le triple effet de changements dans le marché, dans les rituels institutionnels et dans le mécénat⁸. Harold Cook voit dans la caractérisation de la révolution scientifique à l'âge classique comme une mathématisation et une mécanisation de la nature la raison pour laquelle les historiens des sciences n'y ont accordé aucune place à la médecine, bien que les médecins aient été nombreux parmi les premiers membres de la Royal Society et que la médecine fût en train de passer d'un art de vivre en harmonie avec la nature à un art de guérir, d'une *physic* à une *medicine*.

As long as historians believe that their tasks should be to explore the Scientific Revolution, rather than the natural philosophy of the early modern period, they will always be tempted to try to capture that revolution's meaning by pointing to some element that typifies it, demoting other developments to second place⁹.

Ainsi, l'histoire naturelle, la chimie et la médecine auraient chacune pour son propre compte été le lieu d'une révolution qui ne devait rien à la nouvelle vision mécaniste du monde associée à l'analyse traditionnelle de la révolution scientifique en termes métaphysiques. Par conséquent, la caractérisation de la révolution scientifique à l'âge classique serait fautive ou insuffisante puisqu'elle ne rendrait pas compte des changements qui se sont produits dans ces disciplines.

Alan Gabbey exprime la même insatisfaction mais à propos du cœur même de cette révolution scientifique, la mécanique à l'âge classique.

[...] was there then one 'real' revolution in mechanics, as embodied in 'the new science of mechanics' whose foundations were laid by Galileo Galilei (1564-1642), strengthened by René Descartes (1596-1650), and transformed by Newton into new foundations for the future 'classical mechanics'? Or were there several, perhaps mutually independent revolutions, or minirevolutions – in collision theory, in statics and the theory of machines, in hydrodynamics, in vibration theory, in the theories of central forces and of rigid-body motion – each with its own new principles and procedures? I take the view that the historical evidence points to the latter alternative, to a plurality of 'new mechanics' in the early modern period¹⁰.

Cette erreur se dissipe aisément si l'on distingue le sens fort du concept de révolution scientifique, celui qu'a formulé Koyré en termes de changement d'ontologie, et le sens faible de Thomas Kuhn en termes de changement de paradigme. Le premier est global, le second est local. L'histoire d'une science est toujours ponctuée par une succession de paradigmes qui brodent la trame autour de la chaîne des problèmes qui la constituent. La différence est la même qu'entre ontologie générale et ontologie régionale chez Husserl. Un changement de paradigme ne suffit pas à faire une révolution scientifique, il y faut un changement d'ontologie. J'ai montré ailleurs comment pour Koyré, la révolution scientifique à l'âge

⁸ J.V. Golinski, *Chemistry in the Scientific Revolution : Problems of language and communication*, in *ibid.*, pp. 367- 396.

⁹ H. J. Cook, *The new philosophy and medicine in seventeenth century England*, in *ibid.*, pp. 397-436, à la page 405.

¹⁰ A. Gabbey, *The case of mechanics : one revolution or many?*, in *ibid.*, pp. 493-528, à la page 496.

classique a opéré un tel changement : le mouvement, qui dans la tradition grecque en général et aristotélicienne en particulier se trouvait du côté du devenir par opposition au repos du côté de l'être, devient, avec le principe d'inertie, un état comme le repos et passe, avec le principe de relativité, lui aussi du côté de l'être. Le mouvement cesse d'être une espèce de changement. C'est ainsi que Galilée, lorsqu'il découvre les taches solaires, y voit une preuve de génération et de corruption dans le ciel qui contredit la théorie aristotélicienne des deux mondes, céleste et sublunaire, au lieu que ses contradicteurs jésuites veulent y voir le passage d'astres inconnus jusqu'alors¹¹.

UNE OU TROIS RÉVOLUTIONS SCIENTIFIQUES?

C'est en ce sens fort que je voudrais montrer qu'il n'y pas eu une mais trois révolutions scientifiques, plus exactement deux puisque la troisième est en cours.

La première est celle qu'on désigne comme « la » révolution scientifique et qui constituerait une rupture non seulement dans l'histoire des sciences, ni même seulement dans l'histoire de l'humanité dont elle marquerait une étape après la révolution néolithique, mais bien plus profondément encore dans l'Evolution : désormais la vie aurait prise sur la vie et pourrait lui assigner un but, une finalité au lieu de se jouer au hasard.

No one will deny, s'exclame Frances Yates, that the seventeenth century represents that momentous hour in the history of man in which his feet first began to tread securely in the paths which have since led him unerringly onwards to that mastery over nature in modern science which has been the astonishing achievement of modern European man¹².

Gaston Bachelard parlant de « mutation », tout se passe comme si l'homme européen moderne était une nouvelle espèce d'homme, un *Homo scientificus* venu après *Homo sapiens sapiens*. Certains biologistes ne pensent-ils pas qu'il faudrait une mutation touchant notre cerveau pour que nous parvenions à comprendre la mécanique quantique, c'est-à-dire la nature microscopique ? La seconde révolution scientifique produirait ainsi un *homo quanticus* ? Je n'irai certainement pas jusque là par méfiance de toute réduction de l'histoire à l'évolution, de toute naturalisation de l'histoire. Je pense même que la révolution scientifique s'inscrit dans le temps de la révolution néolithique dont elle n'est que le dernier avatar en date.

Je ne m'attarderai pas sur la caractérisation de cette première révolution scientifique qui s'étend de Copernic à Newton. Malgré l'historiographie récente qui y voit l'avènement d'une science expérimentale, je la considère toujours sous ses deux traits : l'union de la mécanique terrestre et de la mécanique céleste rendue nécessaire par la révolution copernicienne et achevée par la loi newtonienne de l'attraction universelle, bien qu'elle laisse impensé son objet, à savoir la gravité ; et l'union de la mécanique ainsi unifiée et des mathématiques que scelle l'inven-

¹¹ P. Dear, *Discipline & Experience. The mathematical way in the scientific revolution*, Chicago et Londres, The Chicago University Press, 1995, pp. 100 et 112-113.

¹² F. A. Yates, *Giordano Bruno and the hermetic tradition*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1964, p. 432.

tion du calcul différentiel et intégral en reformulant d'antiques problèmes géométriques au plus près de nouveaux problèmes de mécanique¹³.

Je voudrais me concentrer plutôt sur quelques points soulevés par l'historiographie récente. Le premier concerne Copernic et sa décision de mettre le système de Ptolémée cul par dessus tête. Si rien n'indique l'adhésion de Copernic à une métaphysique néo-platonicienne qui ferait du Soleil l'image même de Dieu, comme il avait pu l'être de la Vérité, autrement dit une volonté de mettre Dieu au centre du monde plutôt que ses créatures, alors on est sans réponse sur sa motivation. Car aucune des irrégularités qu'il voulait redresser dans le système de Ptolémée n'y conduisait « naturellement » et son système lui-même comportait nombre d'irrégularités. S'il est vrai que « Copernic s'intéressait plus à la cosmologie qu'à l'astronomie prédictive »¹⁴, comme par ailleurs il est avéré que ce n'est pas la réforme du calendrier qui est à l'origine de ses recherches, on est bien en peine de savoir quelle est l'origine de l'origine de la première révolution scientifique. Si ce ne sont ni des raisons sociologiques, ni des raisons métaphysiques, ni des raisons scientifiques de l'ordre de la *serendipity* qui expliquent sa décision, la question de l'origine reste ouverte.

C'est sur une autre question, celle du rôle de la méthodologie dans la science classique, que l'apport de l'historiographie récente me semble le plus original. On sait que la philosophie moderne commence avec le *cogito* de Descartes, qui met fin au scepticisme, seul frein à la crédulité de la Renaissance, lorsque tout était possible selon l'ordre naturel, l'ordre surnaturel ou encore l'ordre preternaturel, en découvrant cette proposition indubitable. On en connaît la postérité, du « Je pense transcendantal » de Kant à la « subjectivité transcendantale » de Husserl qui écrit :

Avec lui [Descartes], la philosophie change totalement d'allure et passe radicalement de l'objectivisme naïf au subjectivisme transcendantal, subjectivisme qui, en dépit d'essais sans cesse renouvelés, toujours insuffisants, paraît tendre pourtant à une forme définitive¹⁵.

Du coup, toute vérité s'évalue à l'aune de la conscience : n'est vrai que ce que j'ai éprouvé tel pour mon propre compte. La vérité mathématique, dont chacun ne peut se convaincre qu'au terme d'une démonstration qu'il doit faire lui-même, devient le modèle de toute vérité scientifique. Corrélativement, tout principe d'autorité, qu'il provienne d'une institution ou d'une tradition, est rejeté. Galilée, nous rappelle Peter Dear,

in one of his sunspot letters (...) ridicules reliance upon authorities in the making of knowledge, (...) saying, much like Descartes, that 'in the sciences the authority of thousands of opinions is not worth as much as one tiny spark of reason in an individual man'¹⁶.

La question se pose alors de savoir comment une science à prétention universelle peut se fonder sur l'évidence pour une conscience singulière. D'autant que les sens sont trompeurs, autrement dit le témoignage, le simple récit ne suffit pas

¹³ Pour rester dans le même corpus, cf. M. S. Mahoney, *Infinitesimals and transcendent relations: The mathematics of motion in the late seventeenth century*, in D. C. Lindberg & R. S. Westman (eds), *Reappraisals of the scientific revolution*, op. cit., pp. 461-491, *passim*.

¹⁴ O. Gingerich, *Commentary: Remarks on Copernicus' Observations*, in R. S. Westman, *The Copernican Achievement*, op. cit., pp. 99-107, à la page 107.

¹⁵ E. Husserl, *Méditations cartésiennes*, Paris, Vrin, 1953, p. 3.

¹⁶ P. Dear, *Discipline & Experience*, op. cit., p. 123.

à emporter l'adhésion. C'est pour résoudre ce problème que les philosophes naturels du dix septième siècle se sont attachés à donner leur méthode, à commencer par Descartes lui-même avec ses *Règles pour la direction de l'esprit*. C'est en expliquant comment ils sont parvenus à leurs évidences, à leurs « idées claires et distinctes » que leurs lecteurs pourront s'en convaincre en suivant les mêmes règles, sinon parvenir eux-mêmes à en trouver de nouvelles. La méthode est constitutive d'une intersubjectivité. Steven Shapin l'exprime fort bien. Pour sortir des limites de cet « individualisme intellectuel » fondateur, les philosophes naturels de l'âge classique en ont appelé à la méthode :

(a) systematically formulated *method*, seeking by explicit rules of reasoning and the control of experience to ensure that all participants were, so to speak, on the same page in the Book of Nature. It was hoped that imperfections in sensory capacity, variations in 'wit', and divergences in theoretical or social interest might all be corrected by the mechanical action of *right method*. When all proceeded in the same way, and when all accepted the same stock of knowledge, then philosophical disorder would be truly healed¹⁷.

Un aspect essentiel de cette première révolution scientifique et qui la distingue du tout au tout de la seconde, c'est d'avoir bouleversé notre représentation du monde mais de n'avoir eu aucun effet réel, aucun effet technique ou économique. En un mot, la révolution scientifique n'est pour rien dans la révolution industrielle de la fin du dix-huitième siècle. Margaret Jacob a prétendu le contraire. Elle affirme que le cartésianisme répond aux besoins du capitalisme commercial et de la monarchie absolue comme le newtonianisme à ceux du capitalisme industriel et de la monarchie constitutionnelle :

Cartesian science would remain, in its mainstream, ideologically absolutist in politics, and practically commercial in application. In contrast, the science of the Newtonians was to become the science of constitutional monarchy and of early industrialization¹⁸.

J'objecterai seulement à cette thèse marxiste « dure », que la France, les Pays-Bas et l'Angleterre furent tour à tour cartésiennes avant de devenir newtoniennes, sans que ni le régime politique ni le régime économique eût changé. La France de 1750 était-elle plus industrielle qu'un demi-siècle plus tôt ? Les Pays-Bas de 1720 étaient-ils moins commerçants qu'en 1670 ? Son argument ne tient pas : les cartésiens n'auraient accordé aucune attention aux procédés techniques appliqués à l'industrie ; mais elle vient de dire que la *Dioptrique* de Descartes était destinée « aux polisateurs de lentilles intelligents », cette partie au moins de la physique cartésienne avait donc bien pour objet les applications industrielles¹⁹. Elle prétend donc, plus précisément, que

once perceived as dynamic and progressive in relation to the material order, the science of the English philosophers appears not only as a unique version of Enlightenment but also as the historical link between the Scientific Revolution in its final, English phase and the cultural origins of the Industrial Revolution²⁰.

¹⁷ S. Shapin, *The Scientific Revolution*, op. cit., pp. 72 et 122. Cf P. Dear, *Discipline & Experience*, op. cit., pp. 121-123.

¹⁸ M. Jacob, *The Cultural meaning of the Scientific Revolution*, New York, A. Knopf, 1988, p. 67. Les sciences qui servent les intérêts du capitalisme commercial seraient l'astronomie et la météorologie, cf p. 198.

¹⁹ M. Jacob, *ibid.*, p. 56.

²⁰ *Id.*, *ibid.*, p. 140.

Certes, Musson et Robinson l'avaient déjà montré²¹, grâce aux sociétés savantes qui se sont répandues en Angleterre tout au long du dix-huitième siècle, la culture scientifique s'est largement diffusée parmi les marchands, les commerçants, les artisans et les manufacturiers avec une orientation pratique de science appliquée à l'industrie.

Toutefois, quels en furent les effets? Margaret Jacob l'avoue: «Very little came of those projects». Un membre d'une telle société, écoutant une conférence sur la philosophie naturelle de Newton, confesse:

[...] mathematical experiments are strange to me.

Cette mécanique appliquée se limite aux machines simples, leviers, poulies, plans inclinés, pendules et vis, toutes choses acquises depuis bien longtemps et qui ne doivent pas grand chose à Newton.

«Indeed elsewhere in the 1760s canals on reasonable flat terrain were being built by engineers, such as James Brindley, who possessed no sophisticated mechanical knowledge». «Jessop confesses that he has forgotten some of the fine points of the new mechanics: [...] 'I have, as most practical men do, discharged my memory in some measure from the theory, and contented myself with referring to certain practical rules' [...]»²²

Aucune des innovations qui ont précipité la Révolution industrielle n'ont été le fait de savants ou l'application de théories scientifiques. Je le répète une fois encore après tant d'autres: la thermodynamique est venue *après* et non pas *avant* la machine à vapeur qui en a constitué l'objet. Au demeurant, la révolution industrielle de la fin du dix-huitième siècle aurait fort bien pu se passer de la machine à vapeur, tel fut bien le cas en France qui s'est industrialisée en tirant son énergie de la force hydraulique. Cette révolution a eu lieu dans l'industrie textile, or les innovations majeures comme la navette volante de Kay ou le métier d'Arkwright n'ont pas été conçus comme une mécanique appliquée.

Plutôt que chercher une relation de causalité qui n'est nulle part attestée pour rendre compte de ces deux révolutions, la révolution scientifique et la révolution industrielle, il conviendrait plutôt de se mettre en quête d'une commune origine. Car les mécaniques dont Margaret Jacob fait si grand cas au dix-huitième siècle, étaient déjà largement connues et utilisées depuis des siècles dans toute l'Europe occidentale. Ce serait alors bien plutôt la science elle-même qui serait le produit de ce formidable essor des techniques depuis la Renaissance mais qui plonge dans le Moyen-Âge. Si la nouvelle philosophie naturelle se dit «mécanique», si le schème qui lui permet de penser l'univers est une horloge, cela veut bien dire que son monde n'est plus le monde naturel, comme chez Aristote et pour les aristotéliens, mais celui, artificiel, des artisans, cet «univers de la précision» dont parlait Koyré.

Mais alors, dire que la science mécanique que produit la première révolution scientifique est avant tout une science d'expériences n'est qu'un pléonisme. Que

²¹ A. E. Musson & E. Robinson, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester, Manchester University Press, 1969.

²² M. Jacob, *The Cultural meaning of the Scientific Revolution*, *op. cit.*, pp. 140 et 149, cf. pp. 157, 228, 232-233.

²³ S. Shapin, *The Scientific Revolution*, *op. cit.*, p. 96.

peut-elle être d'autre quand tous les phénomènes qu'elle essaye de comprendre sont produits par des machines ou des instruments, c'est-à-dire des outils, la machine pneumatique, «the Scientific Revolution's greatest fact-making machine» selon Steven Shapin²³, ou le télescope de Galilée? Ce qui fait de la mécanique classique autre chose qu'une science pour ingénieur, ce qui en fait une théorie, ce n'est donc pas son caractère expérimental mais bien son aspect mathématique. L'historiographie récente souligne de manière pertinente qu'à la différence de l'expérience aristotélicienne, l'expérimentation à l'âge classique n'est plus naturelle mais artificielle, ce qui lui confère tous ses traits : la reproductibilité et la socialisation. Mais son rôle scientifique n'est pas seulement de produire des phénomènes, il consiste aussi à valider des hypothèses *a priori*, c'est-à-dire mathématiques. Peter Dear me semble donc avoir raison d'écrire :

At the most fundamental level, however, Koyré was clearly right: his crucial point was that it is impossible for nature to speak for herself. Even with novel deployments of apparatus and technique to bring about hitherto unknown behaviours, no knowledge can be created unless those new human practices and new natural appearances are rendered conceptually in an appropriate way²⁴.

Le dernier point que je voudrais discuter projette cette histoire sociale des sciences dans la post-modernité. On sait que la critique post-moderne de la modernité vise les Lumières pour l'effet de pouvoir qui résulte de l'exercice de la raison et par conséquent de la science. La science apparaît comme une rhétorique de la domination. Dans cet effet de pouvoir, il y a les deux déterminations cartésiennes, la maîtrise et la possession. Pourquoi la science comme instrument de domination? À cause du paradoxe de la science. Car il y a un paradoxe de la science moderne. Si la science empirique peut se contenter d'observer pour comprendre, la science théorique, et donc *a priori*, doit expérimenter pour s'assurer d'avoir compris. La science consiste à chercher à comprendre et non pas à se donner les moyens d'agir. Mais le paradoxe, c'est qu'elle ne peut être sûre de comprendre que si elle sait faire, comme c'est le cas en mathématiques. Or, les expériences se sont faites au prix d'une hécatombe de vies humaines.

Il faut donc montrer que la science moderne constitue la culture bourgeoise par excellence, qui justifie sa domination quelle que soit l'époque et l'importance sociale relative de la classe bourgeoise – la maîtrise et la possession qui pérennise cette maîtrise et donne le droit d'en user et d'en abuser, qui identifie l'objet au sujet sur le modèle très primitif, sinon régressif, de l'incorporation. Et pourtant, le sujet et l'objet restent non connexes, d'où la nécessité de rappeler autrement leur lien. Margaret Jacob prétend donc que «Galilée s'est allié avec les aristocrates et les marchands» et a créé une division entre «haute culture» et «basse culture», la culture du peuple méprisée et combattue par la culture des élites²⁵. Galilée aurait en effet insisté sur le fait que «la nouvelle science serait inappropriée (*unfit*) au 'vulgaire'»²⁶, quand il est vraisemblable qu'il a dit «inaccessible», le vulgaire signifiant alors non pas le peuple mais le profane. «Le mépris pour 'le troupeau inférieur du peuple' était endémique dans la culture des

²⁴ P. Dear, *Discipline & Experience*, *op. cit.*, p. 12.

²⁵ M. Jacob, *The Cultural meaning of the Scientific Revolution*, *op. cit.*, pp. 15 et 19, cf. pp. 98, 105, 107, 110.

²⁶ *Id.*, *ibid.*, p. 29. Elle ne donne pas de référence.

Lumières», affirme-t-elle²⁷.

En quoi consiste cette culture populaire, comment la définit-elle? Par la « religiosité » mais une religiosité « enthousiaste », fondée sur « la croyance mystique dans le pouvoir d'hommes et de femmes ordinaires à communiquer avec la Divinité » et la conviction « que leur sagesse égalait celle des gens instruits »²⁸. Une religiosité empreinte de magie, de superstition, de naturalisme païen²⁹. Certes, mais s'agissait-il vraiment d'une culture *populaire*? Margaret Jacob décrit dans les mêmes termes la culture des réformateurs radicaux anglais qui entendaient substituer à l'aristotélisme le naturalisme, la magie et l'hermétisme, contre laquelle allaient lutter les Lumières newtoniennes³⁰.

S'il est vrai que « la nouvelle science mécanique était l'outil idéal pour déboulocher l'hermétisme et la magie »³¹, rien n'indique que ce conflit de culture fût un conflit de classe. Si pour les manœuvres (*unmechanized men*) « les calculs astrologiques et les croyances magiques étaient appropriées aux incertitudes de leurs conditions de vie, voire de leurs vies », un notable de Bristol, William Dyer, philosophe naturel amateur, un « homme profondément religieux », « croyait aux sorcières et à la possession diabolique »³². Et, Smeaton, un ingénieur célèbre du XVIII^e siècle, ne se déclarait-il pas « aussi pauvre qu'une souris d'église »³³?

En réalité, cette version marxiste des « deux cultures » est intenable. Margaret Jacob en formule elle-même la contradiction :

Ils voulaient divorcer la science des croyances populaires tout en reconnaissant que les connaissances mécaniques pratiques pouvaient résider chez les artisans³⁴.

Comment cette science, prélevée chez les artisans, on l'a vu, pourrait-elle être devenue l'apanage d'une élite restreinte? Ce fut d'autant moins le cas que la maîtrise d'un langage mathématique n'est présupposée que dans son élaboration, dans sa création, pas du tout dans sa diffusion, Margaret Jacob l'a mentionné dans son analyse des sociétés savantes anglaises du XVIII^e siècle.

Aux Pays-Bas, il n'y eut « aucun programme général d'éducation scientifique populaire en direction des élites »³⁵. L'oxymoron « une culture populaire pour des élites » est bien l'aveu que la différence de culture n'était pas une différence de classe. Dans cette même puissance économique, il y avait une « absence d'intérêt des élites pour une éducation scientifique utile à l'industrie »³⁶. Et pourtant, je le rappelle, les Pays-Bas étaient un haut lieu des Lumières newtoniennes. À l'inverse, des chimistes français du début du XVIII^e siècle comme Jean Hellot envisageaient une formation scientifique des ouvriers³⁷. L'alphabétisation – 50% des hommes en Angleterre et en Ecosse comme aux Pays-Bas vers 1700, moins éle-

²⁷ *Id.*, *ibid.*, p. 121. Elle ne donne pas de référence.

²⁸ *Id.*, *ibid.*, p. 27.

²⁹ Cf. *id.*, *ibid.*, pp. 115, 116.

³⁰ Cf. *id.*, *ibid.*, pp. 77, 97

³¹ *Id.*, *ibid.*, p. 79.

³² *Id.*, *ibid.*, pp. 223 et 225.

³³ Cité in *id.*, *ibid.*, p. 162.

³⁴ *Id.*, *ibid.*, p. 37.

³⁵ *Id.*, *ibid.*, p. 187. On aura noté l'oxymoron, une culture populaire pour l'élite!

³⁶ *Id.*, *ibid.*, p. 192.

³⁷ Cf. *id.*, *ibid.*, p. 200.

vée mais croissante en France – approfondit, selon elle, le fossé entre culture de l'élite et culture populaire car c'est une condition d'accès à celle-là; mais c'est en même temps la condition de l'éducation scientifique des ouvriers au début du dix-neuvième siècle³⁸.

L'éducation scientifique s'est même adressée aux femmes³⁹! Comment alors concilier les deux thèses suivantes? «Les sociétés philosophiques étaient devenus des lieux où les idées démocratiques étaient mises à l'épreuve, et même des centres d'expression des idéaux révolutionnaires.»⁴⁰ – «Jamais dans la science européenne les besoins ni les intérêts de la majorité des gens ne prédominaient.»⁴¹ La culture scientifique est tout à la fois démocratique et universelle et pour les mêmes raisons puisqu'elle n'a rien d'ésotérique, elle suppose un apprentissage et non une initiation.

La deuxième révolution scientifique se serait déroulée entre 1775 et 1830⁴² et aurait affecté ce que Thomas Kuhn avait appelé «les sciences baconiennes», non plus tant théoriques, comme l'astronomie ou la cosmologie, qu'empiriques – la chaleur, l'électricité, le magnétisme, la lumière – d'où le rôle central, pour ne pas dire crucial, qu'y aurait joué la chimie. Pour ma part, je trouve cette caractérisation à courte vue, encore une fois une révolution est un processus à temps long. Je dirai donc volontiers que la deuxième révolution scientifique commence certes aux environs de 1775 avec Lavoisier, mais ne s'accomplit que peu avant la Grande Guerre avec l'atome de Bohr. Cette révolution se caractérise par l'union de la chimie et de la physique que symbolise l'usage de la balance par Lavoisier comme «réactif chimique» selon l'expression de Maurice Daumas; par la disparition des quatre éléments aristotéliens qui occupent encore une place prééminente chez les Stahlens une fois l'analyse et la synthèse de l'air puis de l'eau effectués, éléments qui deviennent des états de la matière – solide, liquide, gazeux – le quatrième élément, le feu, opérant le passage d'un état à l'autre. En même temps, Lavoisier a défini un nouveau programme de recherche: d'une part, isoler tous les éléments, ce qui s'est traduit, d'abord, par l'établissement d'une nouvelle nomenclature chimique avec ses confrères de l'Académie des sciences, Guyton de Morveau, Berthollet et Fourcroy, et aboutira au tableau périodique des éléments de Mendeleïev; d'autre part, analyser le *calorique*, cette mystérieuse substance que Lavoisier conçut tout à la fois comme celle de la chaleur, de la lumière et de l'électricité – et pour ce faire, il institua dans les années 1780 une nouvelle classe à l'Académie des sciences, précisément de physique expérimentale. Et si le calorique n'a pas résisté aux investigations des générations suivantes, c'est bien ce programme de recherche qui a donné naissance à la physique du XIX^e siècle, la thermodynamique, l'électromagnétisme et l'optique ondulatoire, une physique «non newtonienne» comme le disait Bachelard, et qui devait amener les bouleversements que l'on sait au début du XX^e siècle où la théorie quantique devint la physique de la chimie.

³⁸ Cf. *Id.*, *ibid.*, pp. 110 et 168.

³⁹ Cf. *Id.*, *ibid.*, pp. 160 et 207.

⁴⁰ *Id.*, *ibid.*, p. 165.

⁴¹ *Id.*, *ibid.*, p. 205.

⁴² A. Donovan, *Introduction*, in *Osiris*, 2^e s., IV, 1988, pp. 5-12, à la page 11.

De même que certains historiens des sciences se sont évertués à repérer la moindre trace d'aristotélisme chez Galilée pour nier l'existence même de la première révolution scientifique, pour gommer, en quelque sorte, cette discontinuité, de même se sont-ils employés à identifier tous les vestiges de la chimie stahlienne chez Lavoisier pour nier, cette fois, non pas tant l'existence d'une révolution chimique que la part qu'y aurait pris Lavoisier.

Ils ont alors été conduits à caractériser autrement la révolution chimique qui n'aurait pas tant consisté dans le remplacement de la théorie phlogistique par la nouvelle théorie de l'oxygène, comme le prétendait la tradition depuis Lavoisier lui-même, mais en une nouvelle théorie de la combustion à moins que ce ne soit de l'état gazeux, ou de l'acidité, ou de la composition chimique. C'est cette dernière interprétation qui est la plus dirimante. Jerry B. Gough, Robert Siegfried et Betty Jo Dobbs ont en effet prétendu montrer que Lavoisier n'avait pas fait une révolution en chimie mais au mieux accompli la révolution stahlienne.

Lavoisier's career does not mark the beginning of a scientific revolution but, rather, the culmination of one⁴³.

Selon eux, la révolution chimique serait une «révolution compositionnelle» qui a donné son objet à la chimie contemporaine : la molécule. Commencée par Stahl, cette révolution aurait donc été accomplie par Lavoisier :

By carefully and thoroughly applying the basic principles of the Stahlian doctrine of the chemical molecule, the gravimetric criterion of chemical simplicity, and the newly developed theory of gases and vapors, Lavoisier, his companions, and his successors were able to solve the problem of chemical composition with some definitude⁴⁴.

Autrement dit, toutes les innovations de Lavoisier n'eurent de sens que pour résoudre le problème posé par Stahl. Quant aux concepts de celui-ci que Lavoisier a dû rejeter, le phlogistique et les quatre éléments, Gough prétend qu'ils étaient contradictoires avec la doctrine de Stahl de sorte qu'en les éliminant Lavoisier n'a nullement eu à rompre avec cette tradition de pensée, il l'a rendue cohérente malgré elle. Il va de soi que si Stahl est Lavoisier, la révolution lavoisienne peut aussi bien être attribuée à son prédécesseur.

Pour Gough et Siegfried la véritable révolution a eu lieu un peu plus tard au Royaume-Uni et c'est Dalton qui l'a déclenchée avec sa théorie atomique qui fit entrer la chimie *dans* la molécule⁴⁵. Or Siegfried montre lui-même que Dalton n'a pu construire sa théorie atomique, ou plutôt donner un sens chimique à l'atomisme newtonien, qu'à partir de la nouvelle nomenclature chimique de Lavoisier et ses collaborateurs, c'est-à-dire de la nouvelle définition des éléments par l'analyse et la synthèse gravimétriques⁴⁶. Aussi la théorie atomique de Dalton ne trouve-t-elle sa condition de possibilité que dans le programme de recherche de Lavoisier.

Je finirai en signalant seulement ici, pour en avoir longuement parlé ailleurs⁴⁷, un aspect singulier de cette seconde révolution scientifique et qui la distingue du

⁴³ J. B. Gough, *Lavoisier and the fulfillment of the Stahlian Revolution*, in *Osiris*, 2^e s., IV, 1988, pp. 15-33, à la page 15.

⁴⁴ *Id.*, *ibid.*, p. 31.

⁴⁵ *Id.*, *ibid.*, p. 33 et R. Siegfried, *The Chemical Revolution in the History of Chemistry*, in *Osiris*, *op. cit.*, pp. 34-50, à la page 34.

⁴⁶ R. Siegfried, *op. cit.*, pp. 48-49.

tout au tout de la première : c'est qu'elle a eu des effets techniques et économiques d'une portée considérable puisque, en un mot, les objets de notre vie quotidienne – la télévision, les ordinateurs, le laser, etc. – sont des instruments de laboratoire avant d'être des objets de consommation courante. Et réciproquement, alors que la première révolution scientifique a bouleversé de fond en comble notre représentation du monde, la seconde ne l'a pas même effleurée : nous vivons et nous pensons toujours dans un espace-temps newtonien régi par le principe de causalité.

La troisième révolution est en cours. Elle a commencé au second tiers du XX^e siècle et se caractérise par la fusion de la physique et de la biologie. On le sait, la révolution moléculaire en biologie a eu lieu dans un endroit bien précis, dans une institution qui semble avoir été conçue à cet effet, le *California Institute of Technology*. Le programme de constitution d'une « biologie moléculaire », dont il invente le nom, a été lancé par Morgan en refusant toute liaison avec la médecine et en exigeant, au contraire, de ses étudiants, qu'ils aient une solide formation en mathématiques et en physique. Ce n'était pas par goût personnel, généticien ménélien il n'y entendait même pas grand chose, suffisamment peu pour recruter certains collaborateurs médiocres, mais parce qu'il était convaincu que c'était la seule manière de faire des découvertes fondamentales. La même conviction habitait Delbrück qui lui, en revanche, connaissait très bien la physique, et même la physique la plus avancée de son époque puisqu'il a commencé par collaborer avec Bohr. Toujours la même conviction était partagée par Pauling, qui vint en Europe étudier avec Sommerfeld, Schrödinger – dont le livre *Qu'est-ce que la vie?*, publié juste après la Guerre, constitue en quelque sorte un manifeste – puis Bohr, consacra ses premiers travaux à expliquer les liaisons chimiques en termes de principes de mécanique quantique avant de se tourner vers l'immunologie et de regrouper autour de lui et de Beadle, après la Seconde Guerre, une formidable équipe pluridisciplinaire qui allait propulser la biologie moléculaire en tête des sciences de la vie. Tous ceux qui ont partagé son « magnifique plan » en étaient eux aussi convaincu, comme le raconte en détail Lily E. Kay⁴⁸.

Aujourd'hui, le programme de physique de la matière molle a précisément pour objet de construire cette théorie physique de la biologie moléculaire tout comme la physique quantique est la théorie physique de la chimie atomique. Ce sont probablement de nouvelles disciplines mathématiques qui restent à créer ou à développer, comme autrefois l'Analyse puis l'Algèbre.

On le voit ainsi, l'intérêt du concept de révolution scientifique aujourd'hui, c'est de nous aider à comprendre la science en train de se faire, conformément au programme de l'école historique des *Annales* tel que le concevait Marc Bloch : une histoire problématisée à partir des questions du temps présent.

Centre de recherches historiques
EHESS-CNRS, Paris

⁴⁷ G. Jorland, *Un siècle expérimental*, in « Le Débat », 117, 2001, pp. 18-29.

⁴⁸ L. E. Kay, *The Molecular Vision of Life. Caltech, the Rockefeller Foundation, and the rise of the New Biology*, New York et Oxford, Oxford University Press, 1993.