

L'USAGE DES EXEMPLES SCIENTIFIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA PHILOSOPHIE¹

Fabien CHAREIX

Université de Lille 1

RÉSUMÉ. – Comment l'enseignement de la philosophie peut-il maintenir l'exigence de présenter les principaux enjeux de la science lorsque, progressivement, l'usage des simples images communes de l'histoire des sciences s'étiolle pour se réduire à quelques clichés ? C'est le travail de l'histoire et de la philosophie des sciences que de chercher à réconcilier la science et la culture en général. C'est à ce prix que les théories scientifiques pourront être pensées par leurs images communes et intégrées aussi aisément que l'art dans les cours de philosophie.

ABSTRACT. – *How could philosophy keep on defining science, when, little by little, its use of the most common lessons from the history of science is thinning away and reduced to the wording of the same old clichés ? History and philosophy of science have to aim for a better interaction between culture and science. That's how science can be thought and used by the teachers in the same way they think and use art in their approach to philosophy.*

Un de nos maîtres en philosophie eut, un jour, un mot surprenant. Introduisant à l'analyse des œuvres d'art, il dit à peu près : « Donner en exemple autre chose que la *Joconde*, ça fait cul d'oignon ». Ainsi, les tâcherons qui avaient ingurgité au pas de course tous les catalogues de vente du *Bauhaus* en furent pour leurs frais : penser l'art, en reproduire les procédures et concepts internes afin de les employer comme des outils pour la dissertation, tout cela supposait d'abord que soit admise la valeur nécessairement universelle des images échangées entre le professeur et l'élève, par copie interposée. Seules les grandes œuvres, celles dont on reconnaît immédiatement l'appartenance au monde de l'art, celles pour lesquelles cette relation d'inhérence ne pose pas problème pouvaient donc avoir littéralement droit de cité. Nous ne comprîmes cette leçon que lorsque nous fûmes en situation d'avoir à enseigner non pas l'art, mais les processus à l'œuvre au sein de la science. À bien y réfléchir, cette exigence est foncièrement légitime puisqu'elle admet pour seul vecteur de l'enseignement l'ensemble des objets qui tombent sous une notion commune. Le catalogue des ressources scientifiques communes aux enseignants de philosophie se limite, depuis la suppression du

Certificat² en 1968, à quelques leçons bien apprises sur des boulets prétendument jetés par Galilée du haut de la tour de Pise, sur un bâton figurant le transport instantané de la lumière chez Descartes ou, pour les plus hardis, sur l'abstraction sans contenu ontologique de l'Espace-Temps. La fortune philosophique de ces clichés, et d'autres encore³, provient-elle seulement de la lecture des grands philosophes ? Kant, dans la préface à la seconde édition de la *Critique de la raison pure* (1968, p. 17), Maurice Merleau-Ponty, dans un chapitre dense de *L'Œil et l'esprit*⁴, ou Bergson dans quelques pages pénibles de *La Pensée et le mouvant*⁵, ont certainement plus fait pour la structuration durable de l'enseignement philosophique des concepts scientifiques que tous les manuels scolaires mis bout à bout depuis les *Principes de la philosophie* de Descartes. Ne nous méprenons pas : il ne s'agit pas de dire qu'aucun enseignant actuellement en poste ne fait effort pour sortir de ces clichés, mais que la dégradation progressive des exigences relatives à la connaissance des sciences conduit inéluctablement une bonne majorité des professeurs de philosophie à s'avouer peu ou prou indifférents au passé et au devenir de la science dans son ensemble. Dès lors, l'existence d'un lot commun d'images, ou d'exemples, permet simplement de satisfaire, lorsque c'est nécessaire, aux exigences du programme. Une question vient à l'esprit : lorsque ces exigences deviennent nulles, que devient l'intérêt résiduel pour l'interrogation philosophique des mathématiques, de la physique ou des sciences naturelles ?

Il est évident, par ailleurs, que si les objets scientifiques ainsi colportés conservent leur attrait pour l'enseignement c'est aussi parce qu'ils portent en eux l'image de l'objet scientifique et la méthode d'exposition qui le construit. Ainsi il est utile de rappeler, par exemple, la citation de Kant sur Galilée, Torricelli, Stahl :

« Quand Galilée fit rouler ses sphères sur un plan incliné avec un degré d'accélération dû à la pesanteur déterminée selon sa volonté, quand Torricelli fit supporter à l'air un poids qu'il savait lui-même d'avance être égal à celui d'une colonne d'eau à lui connue, ou quand, plus tard, Stahl transforma les métaux en chaux et la chaux en métal, en leur ôtant ou en leur restituant quelque chose, ce fut une révélation lumineuse pour tous les physiciens. Ils comprirent que la raison ne voit que ce qu'elle produit elle-même d'après ses propres plans et qu'elle doit prendre les devants avec les principes qui déterminent ses jugements, suivant des lois immuables, qu'elle doit obliger la nature à répondre à ses questions et ne pas se laisser conduire pour ainsi dire en laisse par elle ; car autrement, faites au hasard et sans aucun plan tracé d'avance, nos observations ne se rattacheraient point à une loi nécessaire, chose que la raison demande et dont elle a besoin » (Kant, *op. cit.*, *loc. cit.*).

La problématisation kantienne rend inutile le travail qui consiste à reproduire, pour soi, cette intériorisation à l'*eidōs* dont Jean-Toussaint Desanti (1975) fait la marque d'une appropriation authentique de la science. Tout se passe comme si le devenir de la science était comme marqué par une forme de nécessité dont il n'y aurait plus, dès lors, qu'à marquer *a posteriori* les étapes sans chercher à y retrouver la trace d'une construction, d'un patient travail des notions et concepts. C'est ainsi que l'enseignement de la révolution scientifique s'est figé dans les filtres conceptuels que représentent, pour nous, les œuvres de Emmanuel Kant puis celles d'Alexandre Koyré ou de Gaston Bachelard. Dans le relatif confort que procurent ces grandes reconstructions, nous avons désappris à lire les textes qui appartiennent à l'histoire des sciences, et l'enseignement philosophique de cette discipline se résume, dans le meilleur des cas, à une présentation brillante des rapports de la théorie à l'expérience. Les enseignants de philosophie ont en effet de plus en plus de mal à cerner l'apport de leur discipline à une réflexion sur les sciences qui ne soit pas seulement le récit d'un certain nombre de faits scientifiques rapportés de seconde main, mais bien une tentative d'appropriation conceptuelle des procédés internes qui font d'un énoncé scientifique une proposition irréductible.

1. Les exigences minimales des programmes

Le manuel de *Logique et philosophie des sciences* de Paul Mouy, paru chez Hachette en 1934, présente de façon succincte un éventail d'auteurs assez impressionnant. Citons dans l'ordre alphabétique en ne mentionnant que les noms les plus saillants : Ampère, Boltzmann, de Broglie, Cartan, Comte, Copernic, Coulomb, Cournot, Curie, Darwin, Descartes, Einstein, Euclide, Galilée, Gonseth, Huygens, Lamarck, Lavoisier, Linné, Lorentz, Newton, Pascal, Perrin, Poincaré, Schrödinger.

Dans le manuel de Jacqueline Russ, paru chez Armand Colin et destiné à couvrir le programme de 1973 – celui qui a cours jusqu'à l'adoption éventuelle des recommandations du GTD d'Alain Renaut⁶, remplacé en juin 2001 par Michel Fichant⁷ – l'*index nominum scientificorum* subit une cure majeure d'amaigrissement. Quant au programme de Renaut, sauf à l'avoir mal lu, il élimine purement et simplement toute référence directe à l'analyse des contenus mathématiques.

Paul Mouy ne craint absolument pas d'aborder la théorie de la Relativité dans son manuel. Il le fait en décidant de mettre en relation cette théorie au principe classique de relativité optique (Copernic puis Galilée) ou mécanique (Descartes, Huygens et Newton). Puis il analyse en détail le dispositif de

Michelson-Morley destiné à mettre en évidence le mouvement de la Terre dans l'Éther. Il n'hésite pas, enfin, à donner d'une façon assez complète l'interprétation des résultats de Michelson-Morley par Einstein, puis à donner en un tableau les groupes d'invariance mécanique qui se trouvent modifiés dans la théorie de la Relativité : le groupe galiléen est remplacé par celui des transformations de Lorentz. Voici ce qu'il écrit (Mouy, 1934, p. 199) :

Groupe de Galilée	Groupe de Lorentz
$x' = x - vt$	$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ (contraction de Fitzgerald et Lorentz)
$y' = y$	$y' = y$
$z' = z$	$z' = z$
$t' = t$	$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ (théorie du temps local)
De plus, tandis que, dans le système de Galilée, la vitesse résultante est la somme vectorielle des vitesses composantes $w = v_1 + v_2$, dans celui de Lorentz, $w = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$.	

Paul Mouy utilise la transcription du groupe galiléen par Henri Poincaré, dont le nom demeure ainsi associé, avant même celui d'Albert Einstein, aux réflexions sur les transformations de Lorentz. Ce sont les transformations de Lorentz qui permettent de rendre compatibles l'auguste mécanique et les lois de l'électromagnétisme qui doivent compter avec la vitesse c de la lumière. Les conditions de l'établissement d'une nouvelle règle d'addition des vitesses, l'audace théorique qui conduisit Einstein à prendre au sérieux l'apparent échec de l'expérience de Michelson-Morley, c'est-à-dire à considérer l'hypothèse selon laquelle la vitesse de la lumière est absolument constante quelle que soit la vitesse du référentiel qui en transporte la source, voilà un certain nombre d'objets intellectuels peu ou pas enseignés dans les classes actuelles de Terminale. Pour quelles raisons a-t-on perdu le sens de ces références à une science vivante, capable de susciter l'interrogation comme le respect de la part des philosophes ?

Paul Mouy donne aussi un aperçu satisfaisant des doctrines atomistes qui couvre les versions antiques et contemporaines de l'établissement des corpuscules comme fondement d'une description complète de la matière. Enfin, quelques notions de rayonnement sont abordées, non pas sous la forme d'un exemple, mais bien à travers le commentaire de la formule que Einstein donne pour mettre le photon en équation :

$$\underbrace{h\nu = a}_{\text{énergie}} + \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{\text{force vive}},$$

où h est la constante de Planck et ν la fréquence du rayonnement considéré.

C'est alors l'occasion d'une introduction aux principaux concepts de la mécanique ondulatoire, celle de Louis de Broglie en particulier. La possibilité de traduire les énoncés corpusculaires (discontinus) suggérés par la constante de Planck ainsi que par la découverte de particules dont le photon einsteinien est l'ancêtre, dans les équations de la mécanique ondulatoire est garantie par Schrödinger. Paul Mouy (*Ibid.*, p. 219) le note aussi et, ce faisant, introduit à la difficulté épistémologique la plus caractéristique de la science contemporaine : la représentation brouillée de la matière sous ses deux formes qui semble, de prime abord, condamner tout réalisme. Mécanique quantique d'un côté, mécanique ondulatoire de l'autre, comment pourrait-on encore aujourd'hui évoquer la notion de corps sans faire référence à ce débat, aussi technique qu'il semble être ? Or la philosophie n'est pas seule responsable de la situation qui a conduit l'enseignement secondaire à ignorer les fondements de la science contemporaine. Bien plus, tributaire des programmes scientifiques dont elle aurait – c'est extrêmement discutable – la charge de penser les notions principales ou les conditions historiques d'élaboration, la philosophie est, tout comme le programme de physique de Terminale, confinée à l'analyse de la mécanique classique, de la thermodynamique fondamentale, des lois de l'électromagnétisme et de quelques champs strictement définis de la physique pré-contemporaine. Comment parler de Relativité restreinte et générale lorsque l'enseignement des sciences s'arrête à la physique de Maxwell ? Même si l'on considérait la liberté d'enseignement propre au philosophe, et qui ressort des *Instructions* d'Anatole de Monzie⁸, nul ne peut exiger de lui qu'il donne remède aux carences qui sont celles de la culture scientifique générale délivrée aux bacheliers.

Que reste-t-il donc de l'exigence conceptuelle qui apparaît chez Paul Mouy ? On pourrait par ailleurs étendre les remarques précédentes à d'autres manuels. Le cours de *Philosophie des sciences*, de Simone Daval et Bernard Guillemain⁹ qui connaît quatre éditions de 1950 à 1959, offre à ses usagers

des analyses très approfondies des groupes d'axiomes des géométries non euclidiennes ou de la présentation que donne Poincaré de l'*Analysis situs*. Retrouve-t-on cette exigence dans le programme actuel ainsi que dans celui que nous promet Alain Renaut ? Autant le dire tout de suite, le temps où l'on se donnait les moyens de faire de la philosophie une véritable interrogation des sciences au sein de l'enseignement secondaire n'est sans doute plus qu'un souvenir poussiéreux.

Le programme mis en place en 1973 et 1974, qui ne survivra certainement pas à cette année scolaire 2000-2001, maintient pour les séries littéraires les chapitres : « Logique et mathématique », « La connaissance du vivant », « Théorie et expérience », « La formation des concepts scientifiques (un exemple) ». Autrement dit, les directives impérieuses qui font les délices des programmes tonitruants de 1880 à 1925¹⁰ ont cédé la place à un flou artistique qui n'incite en rien le professeur à s'investir dans l'étude des lois et concepts issus de la science au sens large. Une rapide analyse des sujets donnés au baccalauréat montre que, pour le thème « La formation des concepts scientifiques », ce sont essentiellement des questions épistémologiques générales inspirées de Popper ou de Kuhn (À quoi reconnaître qu'une science est une science ? À quoi reconnaît-on une fausse science ? Les connaissances scientifiques peuvent-elles être vraies et provisoires ?). « La connaissance du vivant » tire profit des outils théoriques produits par Georges Canguilhem et par François Jacob (Quelle place la réflexion sur le vivant peut-elle accorder au hasard ? Peut-on donner un modèle mécanique au vivant ?). Quant à « Logique et mathématique », la seule pièce thématique rescapée de la grande époque de Mouy, elle est traitée fort diversement et à fronts renversés, entre sujets doxiques (Que veut-on dire en affirmant banalement « c'est mathématique » ?) et techniques (La mathématique est-elle réductible à la logique ?). À tout le moins, ces programmes permettaient de traiter ces questions qui, à ce qu'il semble, ont dû poser autant problème aux professeurs qu'aux élèves.

Dans le programme qui devrait être effectif à la prochaine rentrée, la perte d'exigence est maximale, de même que devient maximale l'urgence de réaffirmer la nécessité de proposer aux élèves une véritable culture générale scientifique et technique. « La connaissance et la raison », regroupement thématique antérieur, devient « Le savoir ». « Logique et mathématique » devient « Logique, méthode et raisonnement ». L'impératif de reconstituer la formation d'un concept scientifique et celui de réfléchir à la constitution d'une science de l'homme se télescopent et forment l'improbable « Sciences de la nature et sciences de l'homme ». Certes, dans les questions, dont le principe

est désormais étendu à toutes les séries, la « Révolution galiléenne : cosmos et univers » fait son apparition. Mais comment traiter un tel sujet sans faire référence à la véritable révolution galiléenne, qui n'est pas celle de l'invention d'un univers infini, mais bien celle d'une physique mathématisée ? Comment faire lorsque le mot même de « mathématique » a tout simplement cessé d'être inscrit au programme de philosophie ?

Il n'est pas question, ici, de prôner une analyse maximaliste qui revienne au bon temps de Paul Mouy. Néanmoins, il serait temps que l'on comprenne que l'analyse des œuvres scientifiques peut faire l'objet d'un traitement authentiquement philosophique qui ne soit pas en dehors des compétences des professeurs, mais qui exige d'eux un investissement exactement semblable à celui qu'ils déploient dans l'analyse de l'art ou dans celle du langage, par exemple. La déprogrammation progressive des sciences dans l'enseignement philosophique secondaire a produit depuis longtemps des conséquences visibles : désaffection des étudiants pour des questions qu'ils jugent annexes, perte de champ au sein de la réflexion sur l'ensemble des questions induites par l'avancée de certaines sciences : on ne peut se contenter de dire, comme de nombreux néo-spiritualistes, « que-la-nature-ne-me-comprend-pas-alors-que-je-la-comprends,-que-donc-je-lui-suis-supérieur-et-que-là-s'arrête-toute-pensée-philosophique-de-la-physique ». Le cri lancé par Georges Simondon dans son ouvrage *Du mode d'existence des objets techniques* (1958) est de la plus vive actualité : si la perte de référence commune persiste à creuser un fossé entre les humanités classiques et la culture scientifique et technique, c'est la philosophie elle-même qui aura perdu une grande part de ce qui la fait exister sur un mode distinct des sciences humaines et sociales.

2. Qu'est-ce qu'un exemple scientifique ?

En dehors d'une stratégie spécifique liée à l'enseignement, à ses compromissions nécessaires et à ses trahisons permanentes, un exemple scientifique, qui appartient en outre à une science du passé, n'est rien. Son statut exact est donné par Hegel dans la préface à la *Phénoménologie de l'Esprit* lorsque, évoquant les spéculations et savoirs les plus élevés de l'Antiquité, il les compare à des jeux d'enfant pour l'Esprit devenu, travaillé par l'histoire de sa propre dialectisation douloureuse. Il faut le dire nettement, un *exemplum* n'est, dans la tradition liturgique médiévale, qu'une icône édifiante, qui ne demande pas même à être le support d'un travail conceptuel particulier : l'exemple brille d'une sorte d'auto-évidence satisfaite qui n'a, en ce qui nous concerne cette fois, pour seule valeur qu'une fonction décorative plus ou moins bien agencée dans le cours.

Il y a une contradiction évidente, au sein de la tradition française d'enseignement de la philosophie, qui consiste à prendre très souvent appui sur les thèses épistémologiques du Bachelard de la *Formation de l'esprit scientifique* (1938), tout en ne prenant ses exemples que dans le lot commun des images de la science. Bachelard n'a pas de mots assez sévères pour construire l'idée d'une science qui juge celle qu'elle remplace et qu'elle périmé. Pourtant la contradiction n'est qu'apparente puisque c'est tout naturellement que l'on retrouve, à l'usage de l'enseignement, les images dégradées de la science vaincue. La relation fondamentale de la dynamique a encore un bel avenir, sans doute parce qu'elle correspond exactement à la physique des vitesses usuelles, celle que le développement prodigieux des machines les plus rapides n'a su mettre en défaut. Henri Poincaré disait déjà, au début du XX^e siècle :

« D'après l'ancienne mécanique, l'accélération produite par une même force sur un même corps serait la même dans les deux cas. Cela ne serait plus vrai d'après les idées nouvelles qu'on cherche à faire prévaloir. Un corps mobile, par suite de son inertie, opposerait une résistance soit à la cause qui tend à accélérer son mouvement, soit à celle qui tend à en changer la direction ; mais si la vitesse est grande, cette résistance ne serait pas la même dans les deux cas. Comment peut-on le savoir ? Une expérience directe est-elle possible ? Il est clair que s'il y a une divergence, elle ne peut être sensible que pour des vitesses tout à fait énormes ; sans quoi cette divergence aurait été remarquée depuis longtemps par les expérimentateurs. Or, sous le rapport de la vitesse, on a fait depuis quelque temps des progrès considérables. Vous croyez peut-être que je veux faire allusion aux merveilles de l'automobilisme ; eh bien, pas du tout ; les automobiles font quelquefois du 100 à l'heure, mais, au point de vue qui nous occupe, c'est une vraie vitesse d'escargot. Depuis longtemps, nous avons mieux que cela, nous avons les corps célestes ; le plus rapide d'entre eux est Mercure, il fait aussi du 100, non pas à l'heure, mais à la seconde. Malheureusement, c'est encore insuffisant. Je ne parle pas non plus de nos pauvres boulets de canon qui ne font même pas 1 km par seconde » (Poincaré, 1923, p. 23).

Les conditions dans lesquelles la Relativité se manifeste pleinement ne sont pas celles de l'expérience commune. L'automobile de Poincaré conserve avec nos sondes et nos fusées un rapport parfaitement commensurable. La science newtonienne a donc non seulement une fonction pédagogique légitime au sein même de l'enseignement de la physique, mais il demeure licite de la prendre comme support d'une réflexion philosophique sur la structure ou le contenu de la démarche scientifique. Mais, dira-t-on, puisqu'elle prend sa source dans une science plus ou moins périmée, comment la philosophie pourrait-elle prétendre être une authentique pensée de la science vivante ou, qu'on nous pardonne cette facilité de langage, une pensée vivante de la scien-

ce ? Telle est notre thèse : la science qui se prend au miroir de la philosophie est par nécessité interne une science morte. Cette conclusion éventuellement décevante trace la limite entre l'élaboration d'une authentique philosophie et celle d'un simple essai à vocation épistémologique. Des physiciens ou des historiens des sciences, et non des moindres, ont avec un talent indéniable dressé l'histoire encore embryonnaire de la science contemporaine. Ils en ont marqué les difficultés, dégagé les implications épistémologiques locales ou plus globales. Mais, chacun en conviendra, il n'y a pas encore de véritable système philosophique qui ait pris conceptuellement en charge l'ensemble des apports de la science contemporaine, celle qui se fait dans les laboratoires. Il en va de même pour l'art ou pour les *pragmata* qui constituent l'invention humaine. L'enseignant est donc parfaitement fondé à chercher çà et là, dans le musée des sciences, sans restriction de temps ni de lieu, les ressources nécessaires à la construction d'une notion consistante de la science. Mais encore faudrait-il que l'accès aux pièces de ce musée soit indiqué et repéré dans la culture de l'enseignant. Les étudiants d'aujourd'hui sont, pour un grand nombre, les enseignants de demain. Si les programmes de philosophie ne prennent pas acte de la nécessité de soutenir l'effort de chacun vers une culture scientifique générale, il y a fort à parier que les relations fragiles, conflictuelles déjà, entre la science et la philosophie sont destinées à être retournées en une pure indifférence réciproque.

Il n'y a donc aucun complexe philosophique particulier à manipuler, dans un cours, des exemples abstraitement isolés du contexte théorique et légal qui leur donne sens. Désirez-vous illustrer en un mot la puissance déterminante des sciences de la nature issues de la mécanique newtonienne, parce que cette partie du cours s'impose à vous après avoir constaté, avec Kant, que le fondement de toute connaissance phénoménale repose précisément sur la consistance et la complétude des instruments mis à notre disposition pour calculer et prédire des événements sensibles ? Dites « Le Verrier ». Ajoutez « Neptune », découverte au moyen indirect de mesures de perturbations. L'exemple peut, dès lors, fonctionner en réseau fermé puisque cette séquence « Le Verrier » conduit à l'exposé des théories non déterministes ouvertes par la difficulté de faire tenir dans le corset newtonien plus de deux corps interagissant en permanence. L'exemple aura alors conduit par la main celui qui s'en empare jusqu'au point où, ayant mentionné les hypothèses chaotiques induites par la thermodynamique, d'une part, et par la mécanique probabiliste, d'autre part, il faudra à nouveau en passer par le concept pour dialectiser le déterminisme comme une des formes de l'imposture de la raison – ce à quoi

quelques textes de Nietzsche (1969) pourront donner une forme philosophique probante.

Au risque de nous répéter, affirmons encore qu'un exemple ne dit rien en soi et que le véritable problème des *Instructions* de philosophie est qu'elles prétendent donner le moyen au professeur de philosophie de penser la science en l'invitant à convier cette science à se présenter, dans le cours, par de simples images.

Un autre contenu peut toutefois venir se greffer à ce premier sens mal-léable et dévalorisé de l'exemple. Chez Kant, l'exemple apparaît essentiellement sous deux déterminations. D'une part, il est du côté du sens plein de l'expérience, qui conditionne toute l'activité schématisante de la faculté de juger déterminante, *i.e.* par concepts :

« Un médecin, un juge ou un homme politique peuvent avoir dans la tête beaucoup de belles règles pathologiques, juridiques et politiques, à un degré susceptible de faire d'eux de profonds professeurs en cette matière, et pourtant faillir aisément dans l'application de ces règles, soit parce qu'ils manquent de jugement naturel, sans manquer pour cela d'entendement, et que, s'ils voient bien le général *in abstracto*, ils sont incapables de décider si un cas y est contenu *in concreto*, soit parce qu'ils n'ont pas été assez exercés à cette sorte de jugements par des exemples et des affaires réelles¹¹. »

L'exemple est, dans l'activité de juger, une représentation qui habitue le sujet de la connaissance à penser par notions communes, à associer, au moyen de l'intuition, une règle et son cas. En ce sens, l'exemple n'est rien d'autre qu'une pièce déterminante du schématisme transcendantal, alors même qu'il ne représente, du point de vue de la connaissance déterminée d'une chose, qu'une propédeutique destinée à exercer l'esprit dans sa relation concrète au métier, aux *pragmata* qui déterminent sa maîtrise concrète de l'agir. C'est aussi en ce sens que, chez Kant, l'exemple intervient dans la mise en œuvre de la raison pratique au titre d'un modèle plus que d'une pédagogie reliant l'entendement aux choses.

S'il n'est donc pas possible de se satisfaire d'une simple accumulation d'exemples dans l'analyse des théories scientifiques, du moins faut-il savoir s'en contenter dans la pratique effective de l'enseignement, pour peu que l'on respecte un certain nombre d'impératifs liés à la constitution d'une méthode en histoire et philosophie des sciences.

Bien évidemment, il y a au sein de la philosophie des tendances anti-scientifiques très nettes, érigées en écoles de pensée, et qui se prévalent tour à tour de Nietzsche (pour son refus de toute sacralisation des puissances de la raison), de Bergson (pour son refus de l'abstraction catégorisante), de certains

textes de Husserl (1976) sur l'origine de la barbarie occidentale, ou encore de la rumination sans fin du « La science ne pense pas » de Martin Heidegger (1980). Pour les tenants de cette tradition, exposer la rationalité interne des énoncés scientifiques, quels qu'ils soient, c'est travailler à la déconstruction de cette puissance de domestication unilatéralement renvoyée à la catégorie indéterminée (et indéterminable) de « techno-science ». Ainsi Élisabeth de Fontenay propose-t-elle un programme de lecture animé par une authentique épistémophobie :

« Plus tard [après l'âge béni du "mythe", "expulsé" par le "*logos*", N. de l'A.] la révolution mathématique de Galilée et de Descartes a désenchanté les rivières et les bois, privé la nature de ses forces, de sa vie, de son pouvoir illimité de traduire, les uns dans les autres, les différents ordres : divin, humain, animal, végétal, minéral. On a subordonné la matière à l'étendue géométrique et le temps à l'espace, on a établi des frontières, et au nom de la mesure, on a établi des interdits » (Fontenay, 1984, p. 219).

« La chirurgie spéculative de Descartes aura produit une intervention si décisive pour l'avenir de l'histoire naturelle [...] que ceux-là mêmes qui, critiquant les aberrations de son mécanisme, affirmeront la sensibilité de la matière et la continuité des vivants, poursuivront, au siècle suivant, une aventure expérimentatrice d'obéissance cartésienne » (Fontenay, 1978, pp. 707 et suiv.).

« La critique du sujet [...] ne témoigne pas d'une coquetterie nihiliste, elle engage la responsabilité philosophique. L'objectivation calculante de tout ce qui est (ce bien, ce plus, ce mieux dont nous mourrons, croyant en vivre) a pour condition de possibilité la constitution d'une subjectivité consciente de soi, sûre d'elle-même, donc de son objet, fondatrice de toute certitude, de toute assurance sur le non-moi. [...] Sans une déconstruction de cette subjectivité métaphysique et techno-scientifique¹² qui s'est mise en place comme *cogito* et mathématisation de la nature, présence à soi et mise à disposition du monde, en vue de l'explorer et de l'exploiter, les existants ne surmonteront pas la détresse qui est identiquement crise de l'idée d'homme, oubli de l'être et de l'autre, apogée techniciste » (Fontenay, 1988, pp. 373 et suiv.).

Autrement plus convaincante – et, au sens exact du mot : discutable – est la position soutenue dans un ouvrage récent par Bernadette Bensaude-Vincent (2000) qui rappelle la philosophie et la science à l'ordre d'une opinion publique en faisant usage de certains acquis de la sociologie des sciences. Contre une tradition de lecture internaliste des objets scientifiques, qui en préserve l'irréductibilité à toute histoire culturelle ou des mentalités (un théorème ne saurait être lu, dans cette perspective, comme une archive de l'histoire mais comme un acte de la raison formant système), la sociologie des sciences assiège la philosophie en lui faisant le procès suivant : ses méthodes procèdent par refus systématique d'accueillir les faits sociaux.

Face à ces propositions jugées menaçantes pour la pratique traditionnelle de la philosophie des sciences, se tiennent les défenseurs d'une lecture conceptuelle et systématique des textes. L'un d'eux, parmi les plus éminents est Maurice Clavelin. Pour lui, le programme fort de la sociologie, celui de David Bloor (1982) est tout simplement absurde, puisqu'il fait porter l'attention sur les marges de ce qui constitue la nature même des textes scientifiques : leur architecture logique et conceptuelle interne. L'histoire des sciences, qui doit rendre intelligible l'invention et le développement de théories destinées à penser une objectivité de plus en plus complexe, doit retrouver les voies par lesquelles il y a invention et développement. Clavelin, dans la préface à la seconde édition (1968) de son ouvrage majeur, *La Philosophie naturelle de Galilée*, exprime de fortes réserves contre la pure érudition historique. Plus encore, il marque sa distance par rapport à une approche purement sociologique¹³. Malgré ses liens indéniables avec les milieux et les réseaux institutionnels, la science de la nature est universelle et cumulative : le relativisme sociologique serait donc vain. L'approche sociologique de la connaissance en reste aux marges et ne peut atteindre son objet, dilue la connaissance scientifique au sein des activités humaines, en l'annexant à certains chapitres de l'histoire culturelle.

À ce qu'il semble, s'il est aisé de soumettre la science à l'examen de la déconstruction, c'est précisément parce que l'on a renoncé à en explorer de manière fine le contenu pour la réduire à un agencement causal qui mêle déterminations sociales, mécanismes simplistes de réduction de la création scientifique à l'obtention de crédits de recherche et ignorance des procédures internes de validation. S'il s'agit simplement d'étudier les impacts sociaux de la science, les méthodes désormais traditionnelles de la nouvelle histoire permettent de dégager avec profit de nouvelles représentations dont l'apport demeure circonscrit à l'histoire¹⁴. Mais lorsque l'on demande aux sciences sociales de déterminer causalement le contenu des découvertes scientifiques, on se heurte inévitablement à des contradictions, à des modes de validation et des procédures de preuve qui n'ont avec le contexte social qu'un rapport anecdotique marginal.

3. Épistémologie, philosophie, histoire des sciences

Il ne saurait donc y avoir, à mes yeux, qu'une méthode valable pour parvenir à donner sens à un usage des exemples scientifiques dans un cours de philosophie. Cette méthode est tout simplement celle du retour aux textes les plus accessibles, les plus diffusés – souvenons-nous de la *Joconde*. Les deux écueils majeurs qui se dressent sur la route du philosophe en quête d'instru-

ments pour animer son cours sont, d'une part, la tradition et, d'autre part, la mode.

Céder à une lecture traditionnelle des concepts scientifiques, c'est se faire le héraut de l'un des ténors de cette richesse que le monde entier envie à la France : son épistémologie. Il suffit de se pencher : de la recherche d'une rupture chez Koyré à l'établissement des preuves indubitables d'une continuité chez Pierre Duhem, d'Émile Meyerson à Gaston Bachelard en passant par Georges Canguilhem, on dispose d'une réserve massive d'exemples scientifiques thématiquement et problématiquement prêts à l'emploi.

On connaît les thèses de Koyré : Galilée serait le promoteur d'un platonisme ou d'un géométrisme qui idéalise la matière, ne la comprend qu'à partir de cette géométrisation¹⁵. Le corps est intelligible *per se*, et ne demande qu'à être compris par celui qui aura maîtrisé la langue adéquate. Il faudrait en outre, pour parler d'apriorisme, que les principes de l'explication soient présentés comme des connaissances innées, aperçus par un acte purement intellectuel. Or il y a, chez Galilée, une référence constante à l'expérience. Et cela s'entend en deux sens. Ainsi, la relativité mécanique qui prélude à l'établissement du principe de conservation est-elle l'objet, à tout le moins, d'une expérience de pensée dans le *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, publié en 1632. Galilée part d'un principe observationnel : il y a équivalence des effets si l'objet se meut ou si c'est l'observateur qui se meut. Il ne perd donc jamais de vue l'expérience concrète (ni d'ailleurs, le fait que c'est un problème physique qu'il faut résoudre). Les *Discorsi* de 1638 s'ouvrent sur une analyse des effets d'échelle et s'achèvent dans l'étude des projectiles. Nulle rhétorique ici, puisque les lois dégagées sont respectivement utiles à la construction des engins, confirmées par la pratique des artilleurs. Mais, plus encore, les recherches galiléennes sur le mouvement sont fondées sur des observations consignées dans les *Carnets* de la période de Padoue, jusqu'en 1609. Exhumés par des érudits, ces fragments posent un réel problème à l'interprétation systématique de Koyré. Mais quel écho cette recherche a-t-elle auprès des enseignants ? Nombre d'entre eux savent qu'il convient de nuancer certains jugements historiographiques. Combien trouvent un intérêt suffisant et le temps nécessaire à ce surcroît de précision dans l'information épistémologique ? La tentation est grande alors de se confier à la lecture sociologique qui fait de Galilée le produit du patronage. Cette thèse a été soutenue dans un passé récent (Biagioli, 1994). Historiquement consistante et certainement utile, une telle représentation de Galilée n'en demeure pas moins étrangère à une analyse de la *pensée* de Galilée. L'investigation philosophique doit, lorsqu'elle se penche sur l'histoire de la science, considérer les œuvres

comme des agencements de concepts où le travail de contextualisation, au demeurant indispensable, ne saurait remplacer le travail des concepts. Des questions essentielles relatives à la structure même de la science sont traitées dans les ouvrages sociologiques très en vogue, dont celui de Steven Shapin et Simon Schaffer sur Boyle et Hobbes (1993). Selon ces auteurs, l'opposition scientifique entre Boyle et Hobbes a ses origines dans leurs appartenances politiques respectives. L'acceptation du vide est donc progressiste lorsque son refus est typiquement conservateur. Ces thèses, originales mais absolument contestables, doivent faire l'objet d'une élucidation historiographique qui les replace dans leur contexte intellectuel spécifique. Si l'« exemple » de la querelle entre Boyle et Hobbes est traité sans distance critique, il conduit à vider l'entreprise d'analyse philosophique de son sens même.

S'agissant du XVII^e siècle, les filtres conceptuels philosophiques qui s'imposent à nous ont pour nom Kant, Husserl, Heidegger, Koyré, Bachelard, Canguilhem, Foucault, Kuhn, Cohen. La problématique pour ainsi dire unique qui est mobilisée par ces intervenants entre nous et l'interaction vivante entre les acteurs de la pensée classique, est celle de « Révolution scientifique ». L'histoire même de ce siècle n'est que l'émergence progressive de systèmes qui justifient philosophiquement, théologiquement ou moralement l'usage nouveau du corps ou de la matière qui est fait en philosophie naturelle. Si l'on retient l'idée qu'un univers inédit s'instaure, c'est des fondements mêmes de cette apparition qu'il convient de discuter en premier lieu. Des filtres conceptuels existent aussi pour les XVIII^e et XIX^e siècles. Quant aux filtres conceptuels du siècle qui vient de s'achever, il faut encore les construire.

On admet en général que la nouvelle image du monde (*Weltbild*) s'impose contre une image ancienne, celle d'Aristote, qui s'est dégradée ou enrichie (dans tous les cas : déformée) en se faisant scolastique, celle de Newton, qui n'a jamais été radicalement effacée dans la conscience commune, malgré les images du monde attachées à la Relativité générale ainsi qu'à ses principaux modèles cosmologiques, *Big Bang* ou *Big Crunch*. À maints égards, les concepts du XVII^e siècle ont été préparés par les avancées décisives des XIV^e, XV^e et XVI^e siècles, avancées rendues plus saillantes par l'hypothèse d'une continuité entre la période médiévale, la Renaissance et le XVII^e siècle. Cette thèse a ses avantages, en particulier celui de faire obstacle à toute hagiographie dessinant une Révolution scientifique qui naîtrait pour ainsi dire de rien, portant sa couleur dans la grisaille de douze siècles d'obscurantisme. Si l'envie nous prend alors de contester la représentation de la science classique par tourmente et révolution, on se tournera vers Duhem dans la polémique *Théorie physique*, dans l'épais *Système du monde* ou encore dans les volumi-

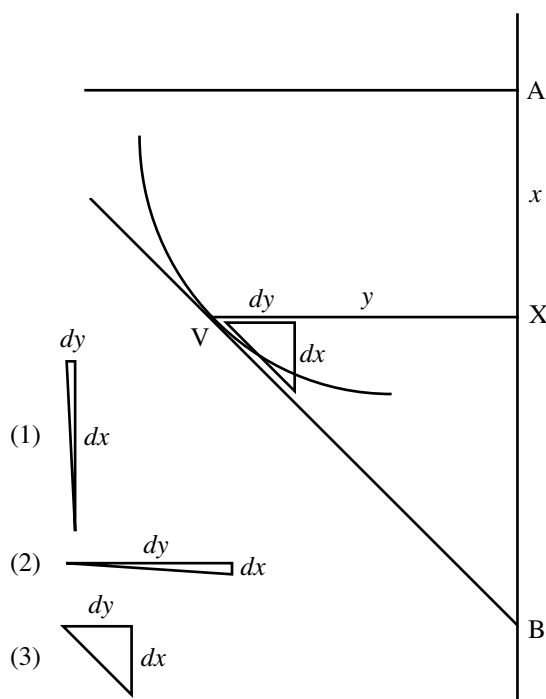
neuses *Études sur Léonard de Vinci*. La leçon de Pierre Duhem a moins de succès, en règle générale, que celle donnée par Alexandre Koyré. La raison en est simple : *Du monde clos à l'univers infini* permet de faire table rase d'une science médiévale riche, complexe, dont l'intérêt pour l'enseignement est loin d'être évident, de prime abord. Lourde erreur, et Duhem est dans le vrai car les Médiévaux proposent une mise en forme du mouvement qui peut être assimilée par la lecture d'une littérature secondaire aisément consultable (voir Duhem, 1997). La lecture de cette opposition, dans la littérature secondaire, entre discontinuistes (Koyré) et continuistes (Duhem) permet de donner une certaine ampleur de vue à un sujet par ailleurs bien aride. En outre, la mécanique renaissante et classique offre cette propriété, qui la rend si précieuse, qu'elle peut être directement annexée à une analyse notionnelle conforme aux Instructions et au programme : « Le réel », « La raison », « La formation d'un concept scientifique (un exemple) ».

a) La voie directe

Comment lire directement les auteurs ? Pourquoi ne pas suivre les textes eux-mêmes, quitte à en reproduire les figures, sans surdétermination spéculative, mais avec pour seule intention l'analyse d'un cheminement de pensée ? Ainsi, on pourrait donner en exemple la naissance du calcul infinitésimal sous la plume de Leibniz (1989, pp. 96-117). Ce texte touffu, soigneusement évité par nombre d'enseignants pour son aspect rébarbatif et cependant souvent cité pour sa valeur fondatrice, permet non seulement de s'exercer à la lecture d'un texte classique, de satisfaire aux réquisits d'une pensée par l'image et par l'exemple, mais aussi de donner naturellement un lien conceptuel cohérent à la triple exigence qui doit conduire l'enseignant à présenter aux élèves :

- un authentique moment d'élaboration du concept scientifique d'analyse substitué à la classique géométrie ;
- un moyen de mettre en perspective des outils utilisés quotidiennement dans les disciplines scientifiques (différentielles et intégrales en mathématique, cinématique en physique) ;
- un point de vue sur la façon dont les outils mathématiques s'emparent de la philosophie naturelle et la modifient dans le sens d'une mécanique analytique.

Le texte de Leibniz étonne d'abord par sa sécheresse. Après avoir dessiné un certain nombre de courbes munies de tangentes quelconques, courbes disposées autour d'un axe vertical d'abscisses XX , Leibniz fixe un certain nombre de valeurs algébriques. Nous ne présentons qu'une seule courbe iso-



lée, pour laquelle, comme Leibniz, nous notons seulement que VX est $v = y$, VB est la tangente qui coupe l'axe des X en B , A étant l'origine (voir figure).

Puis Leibniz définit la *differentia*, dx , comme étant une longueur quelconque, puis toutes les différences telles que $dy/dx = y/XB$. La brutalité¹⁶ de l'article de Leibniz tient au fait qu'il n'explicite d'abord rien de ses nouvelles notations, il se contente d'en donner les règles :

Soit a une constante : $da = 0$.

$dax = adx$.

Si $y = v$, alors $dy = dv$.

Addition et soustraction :

si $z - y + w + x = v$, alors $dz - dy + dw + dx = dv$.

Multiplication : $dxv = xdv + vdx$ soit, si $y = xv$, $dy = xdv + vdx$ (remarque de Leibniz : x et dx sont traitées dans ce calcul de la même façon, mais, en partant des différentielles, ce n'est pas toujours vrai).

Division : $d \frac{v}{y} = \frac{\pm vdy \mp ydv}{yy}$.

Leibniz donne quelques indications sur les signes où l'on voit enfin le lien entre les règles et les figures géométriques. De v à dv , on conserve les signes. Mais lorsque l'on rapporte des valeurs d'ordonnées à l'axe des abscisses, on doit, pour trouver le signe, faire une analyse de la pente globale de la courbe considérée. Le point d'origine sur les abscisses est A et, selon le point d'intersection de la tangente et de l'axe des AX (ou XX), on a une valeur positive ou négative.

Puis Leibniz en vient à l'analyse des courbes : convexité ou concavité vers l'axe, points d'inflexion. Il introduit des différences de différences, ddv , pour l'analyse de ces concavités et convexités. Si y ne croît ni ne décroît : $dy = 0$ (1), donc la courbe a un maximum ou un minimum (la tangente est parallèle à AX). Si dy est infini par rapport à dx (2), la tangente est perpendiculaire à l'axe. Si $dy = dx$ (3), l'angle de la tangente par rapport à l'axe est la moitié d'un angle droit. Tous ces raisonnements peuvent être faits sur le petit triangle rectangle ayant pour côtés dx et dy , dispensant ainsi d'avoir recours à toute réflexion sur la figure, sauf dans l'application des règles qui comportent un signe.

Leibniz donne enfin, sans autre forme d'explication, les règles de différentiation des puissances et des racines :

$$dx^a = ax^{a-1}dx \text{ et } d\frac{1}{x^a} = -\frac{adx}{x^{a+1}}; \quad d\sqrt[b]{x^a} = \frac{a}{b}dx\sqrt[b]{x^{a-b}}.$$

Qui ne voit la parenté de ces lignes, données sans préambule, et des opérations usuelles qui servent à passer analytiquement de la position à la vitesse, puis de la vitesse à l'accélération ? L'usage de ce calcul rend toutes les opérations de géométrie aisément calculables via l'analyse : il suffit de remplacer chaque membre d'une équation par sa différentielle.

Ce n'est qu'en 1686, dans un second article intitulé *De geometria recondita* (1989, pp. 126-143), que Leibniz introduit le signe désormais universel de la sommation intégrale, en développant les techniques complémentaires de la différentiation. D'apparence très peu utile pour le cours de philosophie, l'exemple se révèle très riche. Le passage de la figure à sa réduction dans un triangle peut en effet introduire à une tradition mathématique de cette époque : l'usage des triangles semblables dans les raisonnements géométriques ou l'introduction des entités indivisibles aux formes et aux statuts épistémologiques très variés. Ce que Leibniz veut abroger, c'est la nécessité de penser par figure, c'est-à-dire de produire une mathématique de l'intuition. *Calculemus*¹⁷, tel est le mot d'ordre par lequel Leibniz entend substituer à une physique géométrisée une science algébrique du mouvement. L'algorithme de

la cinématique est mis en place par Varignon, au tournant des XVII^e et XVIII^e siècles (Blay, 1999, pp. 120 et suiv.), mais – et c’est une autre piste pour l’enseignement – Isaac Newton, inventeur d’une autre formalisation du calcul différentiel¹⁸, persistera à penser géométriquement, alors que c’est à partir de sa pièce conceptuelle majeure, l’idée d’attraction universelle, que les techniques différentielles les plus fines pourront voir le jour.

Dès lors, avec la maîtrise visuelle du processus de différentiation, il devient possible de rendre très vivante une leçon pourtant très aride par nature, sur la mathématisation des phénomènes de mouvement, et partant du réel lui-même. Ces procédures et leur connaissance exacte sont décisives pour lire et comprendre les textes du premier Kant. En particulier, l’*Histoire générale de la nature et théorie du ciel* peut être aisément introduite au titre d’un approfondissement des relations entre l’analyse mathématique et le déterminisme dogmatique qui fait le fond de la philosophie pré-critique. L’hypothèse cosmogonique mécaniste opère en effet une formalisation complète du problème du monde et de son rapport à la téléologie. On prend date de cet ouvrage pour fixer le point de vue cosmologique de Kant dans ce qu’il est convenu d’appeler l’hypothèse de Kant-Laplace sur la constitution de l’univers. Le but de Kant est de parvenir à déduire l’arrangement observé des corps célestes et d’en rendre compte en termes de structures :

« Découvrir le lien systématique qui réunit, dans toute l’étendue de l’infinité, les éléments de grande dimension de la création, déduire la formation des corps célestes eux-mêmes et l’origine de leur mouvement, à partir du premier état de la nature au moyen de lois mécaniques » (Kant, 1886, préface).

Kant étend donc le schème mécaniste d’explication en pointant, chez Newton, le recours abusif à l’intervention divine (tant dans la mise en place de la première impulsion que dans le cours même du monde). On le voit, l’idée générale n’est pas de penser les contradictions encore inapparentes du concept de monde, mais d’expliquer un ordre par l’engendrement simplement causal au moyen des forces présentes, ou supposées telles, dans l’univers. Il s’agit de comprendre, avant tout, le monde comme un fait, comme ce qui se donne dans l’astronomie observationnelle, c’est-à-dire, dans le langage critique, que le monde n’est encore ici que la présupposition d’un ordre phénoménal dont la cause première peut en droit être trouvée. Le phénomène ne dissimule rien ou, plutôt, on peut mettre un terme à la régression au sein des conditions. Cette spéculation n’est pas vaine et elle dispose d’un instrument : la doctrine mécaniste. Il faut bien noter en quoi cette structure de monde, largement confinée à la simple cosmologie observationnelle, diffère des problématiques avancées dans la *Critique de la raison pure*, et les annonce. La pos-

sibilité même de penser un arrangement premier signale une authentique théorie cosmogonique où l'on doit remonter à un fondement inconditionné. Cette remontée n'est cependant pas tout à fait assumée ici car l'origine première est renvoyée par Kant à des considérations spécifiquement théologiques. Disons que la description de l'univers permet au savoir de se donner un état relativement premier de l'univers. Kant est nécessairement conduit à évacuer la question de la première intervention divine parce que son propos est précisément articulé à la démonstration de la thèse selon laquelle le passage de la matière inerte au mouvement ne s'est pas fait sous l'impulsion d'une cause extérieure. « Donnez-moi de la matière, j'en ferai un monde ! *i.e.* : donnez-moi de la matière, je vous montrerai comment un monde peut en sortir » (*Ibid.*, préface). Le fondement relativement inconditionné (nous affirmons que la difficulté de cette alliance de mots ne sera jamais aplanie par les moyens de la seule philosophie, pas même dans la *Critique de la faculté de juger*) de l'univers ne doit être expliqué que par les lois de la mécanique newtonienne, c'est-à-dire par l'interaction de masses de densités différentes qui entraînent, au moyen de la force qui est ici un composant essentiel des corps, un déséquilibre puis un mouvement.

La voie directe de la lecture des textes scientifiques consiste donc seulement dans l'application aux sciences des méthodes qui ont cours dans les autres champs investis par la philosophie. On ne peut évoquer les développements de l'art contemporain sans manifester un certain intérêt pour l'objet d'art contemporain. Il n'est pas envisageable d'introduire dans son enseignement des éléments d'analyse structurale sans en avoir au préalable parcouru le vaste champ, de l'analyse du récit à celle des déterminations anthropologiques. Certes, pour ne pas se perdre dans des lectures trop complexes ou trop étrangères à la culture commune, il convient de procéder au choix du répertoire conforme à la double exigence de la compétence du professeur et de l'aptitude de l'élève. Lire les textes originaux permet en outre de briser les clichés qui s'attachent à certaines théories scientifiques. S'il est impossible, pour un non-spécialiste, de déchiffrer l'évolution de certaines notions mathématiques contemporaines, les fondements de la physique relativiste sont parfaitement accessibles : les cours d'Einstein (1982) constituent autant de textes précieux dans la mesure où une certaine pédagogie s'y déploie, très fortement structurée par des expériences de pensée analogues à celles dont Galilée, dans le *Dialogo*, fait constamment usage. Par ailleurs, les relations évidentes qu'entretiennent ces textes avec une réflexion épistémologique interne sont, pour la conduite d'un cours de philosophie, particulièrement appréciables : les mêmes questions que celles qui sous-tendent les textes de Leibniz sont indubitable-

ment la trame de cette physique qui n'est plus enseignée dans le secondaire ou dans le premier cycle du supérieur, précisément parce que son aspect théorique et spéculatif n'est exploité de nos jours qu'en cosmologie relativiste. En microphysique, la mécanique des *quanta*, très fournie elle aussi en expériences de pensée, a connu des développements techniques qu'il serait présomptueux de prétendre aborder en cours sans précautions. Et le principe posé de façon liminaire demeure valable : il est nécessaire et suffisant de savoir intégrer au cours de philosophie les images les plus communes de la physique pour construire une réflexion qui voit un sens dans l'acte d'enseigner.

D'une façon générale, la formation initiale en philosophie présuppose un certain nombre de limites historiques et conceptuelles : celles qui garantissent une communication universelle par concept, sans obstacle lié à de simples déterminations d'entendement : règles, techniques de calcul, maîtrise d'un vocabulaire trop évolué ne correspondant manifestement pas au niveau scientifique qui est requis en fin de Terminale. Deux éléments, l'un externe l'autre interne, justifient cette auto-limitation dans la recherche des exemples scientifiques.

D'une part, de façon externe, le programme scientifique dans le secondaire consiste essentiellement dans un apprentissage de techniques élaborées aux XVIII^e et XIX^e siècles. Si l'on excepte les sciences du vivant, par nature plus impliquées dans des découvertes plus récentes, la physique et les mathématiques du bachelier sont celles, dans l'ordre chronologique, d'Euler, de Maxwell ou de Poincaré. Nul ne saurait exiger du philosophe qu'il sorte de ce cadre dressé par les programmes en vigueur.

D'autre part, il est utile d'avoir présente à l'esprit la formule par laquelle Hegel décrit le travail crépusculaire de la philosophie :

« Pour dire encore un mot sur la prétention d'enseigner comment le monde doit être, la philosophie vient, en tout cas, toujours trop tard. En tant que pensée du monde, elle n'apparaît qu'à l'époque où la réalité a achevé le processus de sa formation et s'est accomplie. Ce que nous enseigne le concept, l'histoire le montre avec la même nécessité : il faut attendre que la réalité ait atteint sa maturité pour que l'idéal apparaisse en face du réel, saisisse le monde dans sa substance et le reconstruise sous la forme d'un empire intellectuel. Lorsque la philosophie peint son gris sur du gris, une forme de la vie a vieilli et elle ne se laisse pas rajeunir avec du gris sur du gris, mais seulement connaître. La chouette de Minerve ne prend son vol qu'à la tombée de la nuit » (Hegel, 1940, p. 45).

Le gris crépusculaire d'une forme de vie qui s'éteint laisse alors la place à l'analyse philosophique authentique. Le reste est journalisme et possède sa valeur propre qui est loin d'être négligeable. Mais la temporalité de la réflexion philosophique n'est pas destinée à remplir les pages d'un support médiatique où l'on mesure la force de ses opinions, quelques justes et péné-

trantes qu'elles puissent être. Hegel veut simplement dire que la philosophie, pour être telle, est aux prises avec le passé. L'expérience du lycée montre que la tentation de l'immédiat et de l'opinion sur le monde est la plus forte auprès des bacheliers. Pour toutes ces raisons, y compris dans le cadre d'une leçon dont le thème est la science, il faut songer à penser vieux et gris et à ne ménager des couleurs qu'avec parcimonie, lorsque telle évocation des structures de la recherche médicale dans une page de Claude Bernard permet d'évoquer l'actualité des techniques médicales à forte exigence éthique. Retenons seulement que le fait, pour un individu, d'évoquer la période historique qui est sa propre substance est un acte situé à la limite de la philosophie, qui pourrait alors verser, si l'on n'y prend garde, dans le simple journalisme. C'est ce qui rend si difficile l'exercice de la reprise conceptuelle du passé immédiat.

Il n'est donc pas raisonnable, sous prétexte que ce qui est donné actuellement dans l'opinion comme emblème de la science relève d'une technicité souvent élevée mais dégradée en images, d'exiger du professeur qu'il ait à produire une pensée urgente de l'actualité scientifique et technique. L'obsolescence du discours historique qui accompagne nécessairement l'élaboration philosophique d'une présentation des concepts scientifiques ne saurait être opposée au philosophe comme preuve de son exclusion du champ d'appropriation des notions scientifiques. À l'inverse, une philosophie qui ne prend ni la peine, ni surtout le risque de confronter ses outils réflexifs au corps vivant des énoncés scientifiques est une philosophie qui a perdu le sens de sa propre destination.

b) La voie médiate

Un autre moyen pour aborder les textes scientifiques, le plus en usage sans doute, consiste à piocher dans les textes de la littérature secondaire. L'épistémologie française offre bien des pages utiles de ce point de vue : Georges Canguilhem (1988), Henri Poincaré (1902), Gaston Bachelard (1928), Jacques Merleau-Ponty (1974) ont produit de véritables monographies consacrées à des exemples de constructions de théories biologiques ou physiques historiquement décisives. Précisons bien que nous ne prenons ici ces auteurs que dans la perspective exacte de leurs études d'histoire des sciences. La pensée de certains d'entre eux, Canguilhem et Bachelard en particulier, en fait par ailleurs des véritables auteurs philosophiques, sources d'une littérature secondaire parfois considérable.

Mais cette voie médiate, outre l'insatisfaction intellectuelle que procure le fait de ne pas être libre de choisir ses propres approches conceptuelles, ne donne en définitive que des résultats peu probants, car le travail conceptuel

propre à ces moments de la recherche en histoire des sciences rend parfois plus obscur le texte original : toute herméneutique tend en effet à surimposer aux textes une représentation dont la cohérence n'est pas nécessairement celle qui est induite par un simple cours de philosophie. Par ailleurs, les perspectives ouvertes par une page de l'un de ces auteurs méritent à elles seules d'être traitées comme des chapitres distincts d'un cours consacré à la pensée scientifique. Mais, là encore, se pose le problème de la formation du philosophe. Comment, s'il ne connaît pas le premier axiome de géométrie hyperbolique, un enseignant peut-il expliquer un texte tel que *La Science et l'hypothèse* ? À quelques reprises, Poincaré confronte ses réflexions épistémologiques générales à des exemples : ainsi la superposition d'un triangle aux hauteurs d'une bipyramide qui est possible en géométrie euclidienne et qui ne l'est plus dans la construction de Lobatchevsky. Les thèses de Poincaré sont conceptuellement très riches. La tension entre *a priori* et expérience, le caractère *conventionnel* mais *non arbitraire* des lois de la mécanique, sont autant d'approches originales. Mais l'absence de véritable point de vue historique et la formulation constante des problèmes de la physique en une formalisation différentielle ne sont pas propices à une véritable diffusion des textes de Poincaré dans le bagage commun des philosophes. Pourquoi Bachelard a-t-il autant pris le pas sur Poincaré dans le Panthéon des auteurs épistémologiques français ? Il y a fort à parier que c'est parce qu'il a cantonné ses réflexions proprement techniques dans certaines monographies que le psychanalyste de la science et du feu a fini par incarner une certaine image de l'épistémologie française. Dans la *Formation de l'esprit scientifique*, Bachelard fixe les intentions, le cadre et le style de l'épistémologie française : technique mais point rude envers son lecteur, précise mais évitant de s'appesantir sur les progressions formelles de la pensée scientifique¹⁹. La voie médiane permet en outre de passer d'un exemple canonique à l'interprétation, puis à la pensée même de celui qui en a fait un monument intellectuel à l'usage des études philosophiques. Qui ne serait pas naturellement conduit par l'étude de tel passage sur les constantes physiologiques du fonctionnement du rein, dans *Le Normal et le pathologique* de Canguilhem, aux conclusions vitalistes de ce philosophe ? Qui, après avoir suivi pas à pas les analyses de Koyré sur tels et tels textes du *Dialogue* de Galilée, ne lui emboîterait pas le pas lorsqu'il fait de l'idéalisme un moteur de la mécanique galiléenne ? Ces lectures monumentales insèrent déjà les contenus scientifiques dans des séquences philosophiques devenues lisses à force d'avoir été parcourues. Pour reprendre le mot qui ouvrirait cet article, si l'art peut et doit être conceptuellement analysé à partir de la *Joconde*, les lieux communs de la pensée scientifique sont légitimes dans la

pratique de l'enseignement de la philosophie des sciences. Encore faudrait-il que l'histoire des sciences, l'actualité de sa recherche et de ses objets, soient suffisamment diffusées auprès des professeurs. S'ils prennent plaisir à mettre leur cours en relation avec les éléments de leur propre connaissance de l'art, de l'histoire ou des sciences humaines en général, et que cette tâche les rebute lorsque les sciences physico-mathématiques sont en jeu, c'est que le travail de diffusion relatif à ce que l'on pourrait nommer assez vaguement la *sphère* scientifique et technique est encore à inventer.

Références bibliographiques

- BACHELARD Gaston (1928), *Étude sur l'évolution d'un problème de physique : la propagation thermique dans les solides*, Paris, Vrin.
- BACHELARD Gaston (1938), *La Formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin.
- BIAGIOLI Mario (1994), *Galileo, Courtier : The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago, University of Chicago Press.
- BENSAUDE-VINCENT Bernadette (2000), *L'Opinion publique et la science. À chacun son ignorance*, Paris, Synthélabo.
- BERGSON Henri (1987), *La Pensée et le mouvant*, Paris, PUF, coll. « Quadrige » (1^{re} éd. : 1938).
- BLAY Michel (1999), *La Naissance de la science classique au XVII^e siècle*, Paris, Nathan.
- BLOOR David (1982), *Sociologie de la logique ou les Limites de l'épistémologie*, Paris, Pandore.
- BOUDON Raymond et CLAVELIN Maurice, dir. (1994), *Le Relativisme est-il résistible ? Regards sur la sociologie des sciences*, Paris, PUF.
- CANGUILHEM Georges (1998), *Le Normal et le pathologique*, 7^e éd., Paris, PUF, coll. « Quadrige ».
- CLAVELIN Maurice (1968), *La Philosophie naturelle de Galilée*, 2^e éd., Paris, Armand Colin (1^{re} éd. : Albin Michel, 1966).
- DESANTI Jean-Toussaint (1975), *La Philosophie silencieuse ou Critique des philosophies de la science*, Paris, Seuil.
- DUHEM Pierre (1997), *L'Aube du savoir. Épitomé du Système du monde*, textes réunis par Anastasios Brenner, Paris, Hermann.
- EINSTEIN Albert (1982), *La Théorie de la relativité restreinte et générale*, Paris, Dunod.
- FICHANT Michel (1998), *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz*, Paris, P.U.F.
- FICHANT Michel et PECHEUX Michel (1969), *Sur l'histoire des sciences*, Paris, Maspero.

- FONTENAY Élisabeth de (1978), « La bête est sans raison », *Critique*, 375-76, pp. 707-729 (rééd. : 1991, *Alliage*, 7-8, pp. 13-24).
- FONTENAY Élisabeth de (1984), *Diderot ou le Matérialisme enchanté*, 2^e éd., Paris, Librairie générale française, coll. « Le Livre de Poche » (1^{re} éd. : Grasset, 1981).
- FONTENAY Élisabeth de (1988), « Une communauté de destin », postface dans EDELMAN Bernard et HERMITTE Marie-Angèle, dir., *L'Homme, la nature et le droit*, Paris, Christian Bourgois, pp. 373-385.
- HEGEL Georg W. F. (1940), *Principe de la philosophie du droit*, Paris, Gallimard.
- HEIDEGGER Martin (1980), *Essais et conférences*, trad. fr., Paris, Gallimard.
- HUSSERL Edmund (1976), *La Crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, trad. fr., Paris, Gallimard (rééd. : coll. « Tel », 1989).
- KANT Emmanuel (1968), *Critique de la raison pure*, trad. par A. Tremesaygues et B. Pacaud, Paris, PUF.
- KANT Emmanuel (1755), *Histoire générale de la nature et théorie du ciel*, trad. fr. par C. Wolf, *Essai sur la constitution et l'origine mécanique de l'univers d'après les lois de Newton*, in *Les Hypothèses cosmogoniques*, Paris, 1886. Consulter aussi l'édition de Pierre Kerszberg, Anne-Marie Roviello et Jean Seidengart, *Histoire générale de la nature et théorie du ciel*, Paris, Vrin, 1984.
- KOYRÉ Alexandre (1939), *Études galiléennes*, Paris, Hermann.
- LE GOFF Jacques (1991), *Pour un autre Moyen-Âge : temps, travail et culture en Occident. 18 essais*, 2^e éd., Paris, Gallimard, coll. « Tel » (1^{re} éd. : 1977).
- LEIBNIZ Gottfried Wilhelm (1989), *La Naissance du calcul différentiel. 26 articles des Acta Eruditorum*, trad. et notes de Marc Parmentier, Paris, Vrin.
- MERLEAU-PONTY Jacques (1974), *Leçons sur la genèse des théories physiques. Galilée, Ampère, Einstein*, Paris, Vrin.
- MERLEAU-PONTY Maurice (1964), *L'Œil et l'esprit*, Paris, Gallimard.
- MOUY Paul (1934), *Logique et philosophie des sciences*, Paris, Hachette.
- NIETZSCHE Friedrich (1969), *Le Livre du philosophe : études théorétiques*, trad. par Angèle Kremer-Marietti, Paris, Aubier-Flammarion, coll. « Bilingue ».
- POINCARÉ Henri (1902), *La Science et l'hypothèse*, Paris.
- POINCARÉ Henri (1923), *La Mécanique nouvelle : conférence, mémoire et note sur la théorie de la relativité*, Paris, Gauthiers-Villars.
- POUCET Bruno (1999), *Enseigner la philosophie. Histoire d'une discipline scolaire, 1860-1990*. Paris, Éditions du CNRS.

SHAPIN Steven et SCHAFER Simon (1993), *Léviathan et la pompe à air : Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte.
SIMONDON Gilbert (1958), *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier.

Notes

1. Le texte de cet article reproduit celui d'une conférence donnée en février 2001 dans le cadre de la formation continue des enseignants de philosophie de l'académie de Créteil.
2. On ne pouvait passer l'agrégation qu'après avoir subi un examen du niveau du premier cycle dans deux matières scientifiques.
3. Songeons simplement aux images commodes : l'horloge de Voltaire pour la pensée mécaniste, le « Dieu ne joue pas aux dés » censé résumer la philosophie d'Einstein et son rejet de la mécanique quantique. Toutes ces images induisent des problématiques qui permettent de contourner le problème que pose à la réflexion philosophique la constitution d'un objet.
4. « À prendre les choses ainsi, le mieux est de penser la lumière comme une action par contact, telle que celle des choses sur le bâton de l'aveugle. Les aveugles, dit Descartes, "voient des mains" [Descartes, *Dioptrique*, *Discours I*, Éd. Adam & Tannery VI, p. 83]. Le modèle cartésien de la vision, c'est le toucher » (Merleau-Ponty, 1964, p. 37).
5. Henri Bergson, 1987, pp. 36-41 et notes : « La méthode einsteinienne consiste essentiellement à chercher une représentation mathématique des choses qui soit indépendante du point de vue de l'observateur (ou, plus précisément, du système de référence) et qui constitue, par conséquent, un ensemble de *relations absolues*. Rien de plus contraire à la relativité telle que l'entendent les philosophes quand ils tiennent pour relative notre connaissance du monde extérieur [...]. La conception relativiste n'en a pas moins une importance capitale, en raison du secours qu'elle apporte à la physique mathématique. Mais purement mathématique est la réalité de son Espace-Temps, et l'on ne saurait l'ériger en réalité métaphysique, ou "réalité" tout court, sans attribuer à ce dernier mot une signification nouvelle. »
6. Le texte de référence est, avant parution des programmes officiels, l'annonce faite au *BOEN* du 31 août 2000 par le GTD de philosophie dirigé par Alain Renaut.
7. Michel Fichant, spécialiste de Leibniz et de la pensée classique en général, est bien évidemment un philosophe enclin à maintenir l'exigence d'un lien entre philosophie et histoire des sciences. Voir Fichant (1969), *passim*, ainsi que Fichant (1998), ouvrage dans lequel c'est précisément la relation entre science et spéculation philosophique qui ouvre toute l'architecture du concept.
8. *Instructions* de 1925 recommandant à chaque professeur de philosophie d'être l'auteur de son cours. L'arrêté du 5 juillet 1983 qui fixe les programmes actuels reconduit cette hypothèse unique dans l'enseignement : le professeur de philosophie est dépositaire d'une pensée singulière plutôt que relais humain d'un programme. En simplifiant les notions par recoupements, en faisant disparaître certaines notions notoirement négligées, en proposant, enfin, des questions thématiques plus orientées vers

l'histoire de la philosophie, les concepteurs des nouveaux programmes veulent entamer la normalisation de cet enseignement qui est, par tradition et sans doute par nécessité, une recherche singulière de ce qui est universel dans les notions et concepts.

9. Dans ce cours, le simple fait de donner pour textes de travail ceux de Galilée, d'Isaac Newton ou de Jean Perrin indique clairement que l'on ne se situe pas dans la perspective d'une simple introduction à la pensée scientifique, mais dans celle d'une véritable incursion dans l'histoire des sciences.

10. Voir Bruno Poucet (1999), *passim*.

11. *Critique de la raison pure*, An. Tr., Livre II, Introd. Anal. des Principes. Cf. aussi § 43 de l'*Anthropologie du point de vue pragmatique*.

12. *Sic*.

13. Ses remarques sont approfondies dans l'ouvrage qu'il a dirigé avec Raymond Boudon (1994).

14. Voir Jacques Le Goff (1991) pour une analyse fine de la laïcisation du temps, par exemple, lors de l'introduction de certaines techniques horlogères médiévales.

15. Thèse qui conduit Koyré à nier les expériences galiléennes, qui ne seraient que *cosa mentale*, non seulement par impossibilité technique, mais aussi suivant la certitude dans la vérité et la coïncidence entre l'ordre des mathématiques et l'ordre des choses (Koyré, 1939, III, pp. 66-67) : comme on comprend Descartes qui nie toutes les expériences galiléennes ! Comme il avait raison ! Car toutes les expériences de Galilée, du moins toutes les expériences réelles et aboutissant à une mesure et à un chiffre, ont été trouvées fausses par ses contemporains. Cependant, simplifications pour simplifications, notons bien que Platon aurait désavoué cette façon d'élever le sensible comme tel à la dignité des vérités mathématiques. D'autre part, Aristote n'aurait pas désapprouvé cette solution donnée à la connaissance du sensible : pour lui, en effet, il y a de l'ordre dans la nature.

16. C'est sans doute pour cette raison que les contemporains immédiats de Leibniz n'y voient, à la façon de Christiaan Huygens par exemple, que des inepties.

17. Calculons !

18. Il s'agit du calcul des fluxions développé dans les années 1660.

19. Les essais plus récents de J.-T. Desanti sont plus directement adossés aux problèmes de la constitution et des étapes d'une formalisation mathématique. En ce sens, ils constituent une forme de rupture dans la langue philosophique elle-même, un effet d'étrangeté.