

L'interdisciplinarité entre sciences dures et sciences humaines comme retour salvateur vers un état ontologique aboli par la spécialisation.

Christian GERINI

Maître de Conférences en Sciences de l'Information et de la Communication

Docteur en Philosophie et Histoire des Sciences

Agrégé de Mathématiques

**Laboratoire I3M
Université du Sud Toulon Var.
IUT / GMP
BP. 20 132
83 957 LA GARDE Cédex
gerini@univ-tln.fr
Tél. 06 74 19 29 01**

Introduction : connaissance et spécialisation

Il y a beaucoup à dire sur la tendance à la spécialisation dans les sociétés modernes depuis le 19^{ème} siècle, et par ricochet sur la difficulté à préserver une interdisciplinarité pourtant historiquement féconde. Cette spécialisation, mille fois nécessaire et bénéfique au progrès, a eu cependant pour conséquence d'ériger des frontières (institutionnelles, sémantiques, idéologiques même) qui ont peu à peu éloigné le chercheur d'une connaissance que nous pourrions qualifier de « métadisciplinaire », mot plus fort que transdisciplinaire ou interdisciplinaire, et qui exprimerait cette façon, prônée par Pascal, de connaître le tout pour connaître les parties, le tout englobant par exemple chez le scientifique ou le technicien la connaissance philosophique et historique de sa propre spécialité : c'est ce point précis que nous allons aborder ici, en montrant, par une forme de retour d'expérience, les limites et les espoirs de tentatives de transdisciplinarité entre philosophie, histoire, et sciences vécues dans le cadre universitaire.

Nous ne détaillerons pas le rapport fondamental qui existait entre les sciences de la matière et la philosophie, par exemple au 17^{ème} siècle¹. L'œuvre de Newton, dont on sait les bouleversements qu'elle a provoqués dans notre rapport à la réalité et à sa modélisation, et avant lui les travaux de Copernic, de Galilée, de Giordano Bruno etc., relevaient d'une perception globale du rapport de l'humain au cosmos, d'une vision philosophique et métaphysique qui imposèrent un nouveau paradigme (le mot est pris au sens où l'entend l'épistémologue américain Thomas S. Kuhn) dont tous les champs scientifiques s'inspirèrent avec plus ou moins de bonheur par la suite.

Ce rapport entre connaissance et modèles philosophiques *a priori* ne datait évidemment pas du 17^{ème} siècle. Il y avait ontologiquement une relation étroite entre

¹ Cf. R.K. Merton, *Sciences, Technology and Society in Seventeenth Century England*, 1938.

connaissance scientifique ou préscientifique et philosophie, et la lecture historique ne peut pas se passer de la grille philosophique pour décrypter correctement le cheminement de la pensée scientifique, y compris celle qui se construit au présent, de même que la science ne devrait pas se voir coupée de ses racines ontologiques, ce quelle est de plus en plus depuis deux siècles.

Le début du 19^{ème} siècle voit s'opérer une transformation progressive mais radicale du rapport de la science aux « humanités ». L'enseignement tout d'abord commence à se spécialiser, sous l'influence des progrès du génie militaire et du génie civil, et de leur complexité croissante : la création des grandes écoles pendant la Révolution (polytechnique, école normale, etc.), des institutions moderne sous l'Empire (lycées, académies, universités..), répond à un besoin de former des savants, des érudits, des ingénieurs sachant développer les applications d'une physique et d'une mathématique de plus en plus complexes, bref des « spécialistes ». Les mathématiques deviennent une matière à part entière, détachée du cours de logique jusqu'alors enseigné en philosophie, et elles vont même se décliner en « spécialités » : mathématiques transcendantes, mathématiques élémentaires, géométrie, géométrie analytique, arithmétique, etc. Pour prendre conscience de cette tendance à la spécialisation à l'intérieur même d'une discipline scientifique telle que les mathématiques, il n'est qu'à lire par exemple la table des matières des *Annales de Mathématiques Pures et Appliquées*, premier grand périodique de l'histoire des mathématiques (de 1810 à 1832), qui affichera pas moins de quarante huit sous spécialités²! Si le courant sensualiste issu des philosophies du 18^{ème} siècle (Locke en Angleterre, Condillac en France) tente à l'époque d'imposer dans l'enseignement un retour systématique à la « démarche de l'inventeur » pour faire découvrir aux élèves les matières scientifiques, si les soucis d'ordre métaphysique vont continuer un temps à guider la plume des auteurs d'ouvrages scientifiques³ (jusqu'à la diffusion de la pensée positiviste au milieu du siècle), le pragmatisme et un nécessaire esprit positif vont l'emporter et vont aller dans le sens d'une présentation magistrale et abstraite des notions scientifiques.

On connaît ensuite, pour en voir les effets aujourd'hui, l'évolution de l'enseignement, le cloisonnement non seulement entre sciences dures et sciences humaines, mais aussi entre les composantes des sciences elles-mêmes. Nos élèves et étudiants sont amenés rapidement à se déterminer par rapport à un « profil » (littéraire, scientifique, technique, etc.) et, à l'intérieur de l'orientation choisie, par rapport à une discipline précise.

² Cf. notre travail : C. Gerini, *Les « Annales » de Gergonne : Apports Scientifiques et Epistémologiques dans l'Histoire des Mathématiques*, Ed. du Septentrion, Villeneuve d'Asq, 2002.

³ Voir par exemple l'ouvrage de Lazare Carnot : *Réflexions Sur La Métaphysique du Calcul Infinitésimal*, Paris, 1797

Leur formation se traduit alors, en particulier en mathématiques ou dans les sciences dites dures, par un savoir dispensé comme une vérité acquise par des spécialistes faisant rarement référence au doute, aux tâtonnements, aux arrière-plans philosophiques, métaphysiques, psychologiques même, qui accompagnent et guident la pensée scientifique en construction. L'histoire des idées et des concepts est occultée. Seul l'édifice construit est présenté (ainsi que l'édifice à construire pour ceux qui poussent leurs études au niveau de la recherche).

Cet édifice paraît aujourd'hui de plus en plus inaccessible, pour des causes liées à l'évolution de nos sociétés aussi bien qu'en raison de sa complexité croissante, et les laboratoires de recherche sont perçus comme des lieux clos et mystérieux, auxquels seuls les initiés ou quelques sociologues ont accès⁴. Le désintérêt des bacheliers pour les études scientifiques est la concrétisation de cette vision de la science en général comme des matières qui la composent.

Expériences d'interdisciplinarité

Nos élites politiques et intellectuelles ont pris récemment conscience de cet état de fait et on cherché des pistes pour l'enrayer. Les débats sont nombreux sur cette question, et ils impliquent non seulement les enseignants, mais aussi des scientifiques renommés, des éditeurs d'ouvrages scolaires et universitaires, des dirigeants politiques et institutionnels qui décident des programmes comme de la formation des maîtres⁵.

Partant du postulat – ou du constat – qu'il y a déficit de culture philosophique et historique chez les scientifiques eux-mêmes, et par voie de conséquence déficit de visibilité et de lisibilité sociale de la science, le Professeur Dominique Lecourt, à la demande du ministre de l'Éducation et de la Recherche de l'époque (1999-2000), a préconisé dans un rapport circonstancié⁶, de mettre en place de façon systématique un enseignement de philosophie et d'histoire des sciences dans les cursus universitaires scientifiques. On pourrait résumer l'ambition de ce projet par une phrase empruntée à D. Lecourt lui-même dans un entretien accordé à La Recherche : « L'idée n'est pas de leur [les étudiants en sciences] apprendre de la philosophie en plus, mais de leur montrer comment les concepts dont ils héritent sont sous-

⁴ cf. B. Latour et S. Woolgar, *La Vie de Laboratoire. La Production des Faits Scientifiques*, La Découverte, Paris, 1986, et Michel Callon, *La science et ses réseaux, genèse et circulation des faits scientifiques* Editions la découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, 1988, ouvrage collectif.

⁵ On pourra lire à ce sujet le dossier « Science au lycée » du mensuel La Recherche, septembre 2004.

⁶ *Mission Sciences-Philosophie : L'enseignement de la philosophie des sciences*, rapport rédigé par Dominique Lecourt, Professeur à l'Université Denis Diderot-Paris 7 à la demande de Monsieur Claude Allègre, Ministre de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, printemps-automne 1999. Consultable sur : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/philosophie/ensei/rapportlecourt.htm>

tendus par une histoire et que le fait de la connaître permet d'y voir plus clair dans certaines questions à la pointe de la recherche actuelle »⁷.

Des moyens progressifs ont été dégagés, qui tentaient de tenir compte des conclusions et propositions du rapport Lecourt, et des formations en épistémologie ont vu le jour dans certaines unités scientifiques des universités françaises.

Nos allons parler ici des expériences que nous avons conduites à l'Université de Toulon, et qui perdurent depuis bientôt cinq ans. Nous tenterons d'en montrer les effets bénéfiques, mais aussi les lacunes structurelles dues à une approche trop partielle de la question de la culture historique et philosophique des scientifiques.

Dans notre tentative d'appliquer les recommandations du rapport Lecourt, nous avons mis en place à Toulon un cours d'épistémologie à destination de tous les doctorants scientifiques en première année de thèse, à raison de sept séminaires de deux heures par année.

Le défi était ardu à relever. Tout d'abord, le public, bien que scientifique, venait d'horizons divers (sciences physiques, chimie, mathématiques, mathématiques appliquées, sciences des activités physiques et sportives, biologie, sciences de l'information et de la communication...). Les séminaires se voulant le lieu de la mise en perspective par des exemples historiques, dans le champ scientifique, de la relation entre philosophie et sciences, les exemples empruntés à une discipline ne devaient pas être inaccessibles à la compréhension des étudiants qui lui étaient étrangers. Ce fut malheureusement le cas dans les premières tentatives : les concepts dont héritent les différentes disciplines, pour reprendre l'expression de Dominique Lecourt, sont parfois spécifiques à chacune d'elles et inutiles aux autres dans la compréhension de leur histoire. Un chercheur en biologie ou en chimie n'avait pas les outils pour comprendre les exemples empruntés à la mécanique ou aux mathématiques, et réciproquement. Cette incompréhension était bien sûr l'illustration du problème que l'objectif du cours devait entre autres résoudre, à savoir la fermeture de chaque discipline sur son champ strict, et son ignorance d'un savoir et d'une culture universels, fermeture due évidemment à cette spécialisation dont nous parlions plus haut. Aussi les séminaires s'orientèrent-ils tout naturellement vers des questions d'ordre plus général : rapport entre modèles et réalité, nature des évolutions scientifiques, critères de scientificité d'une théorie, grands courants de la pensée épistémologique, questions d'éthique, etc.

⁷ Dominique Lecourt : *savants en manque de philosophie*, La Recherche, avril 2000, p. 107.

C'est là que nous avons pu constater l'apport effectif de notre initiative, et les questionnements des étudiants en témoignèrent. S'il ne fallait retenir que deux exemples fondamentaux de ces effets bénéfiques, nous choisirions la question des modèles et du rapport au réel, et celle de la nature des « révolutions » scientifiques.

Sur le premier exemple, quelle ne fut pas notre surprise de nous voir opposer un silence étonné à la question : pouvez-vous exprimer rapidement, dans votre spécialité scientifique, dans quel cadre de modélisation, dans quel modèle général, vous situez vos travaux et l'orientation de vos recherches. Il s'avéra rapidement qu'aucun des étudiants présents n'avait été sensibilisé au concept de modèle, aux apriorismes scientifiques et épistémologiques qui guidaient ses travaux dans son approche d'un « réel » qu'il tentait de mettre en équations. Aucun doute ne hantait les esprits : tous travaillaient sur le réel, décrivaient le réel, leur démarche était scientifique puisqu'elle rendait compte du réel. Par ailleurs, les outils informatiques, mathématiques et statistiques étaient utilisés par eux sans aucun souci de validation, la seule parole de leurs maîtres les leur faisant considérer comme des moyens définitivement sûrs. Enfermés dans leurs champs disciplinaires, inconscients de cette incontournable modélisation et de ses approximations, ils travaillaient sur l'objet en pensant travailler sur la réalité. Des exemples simples empruntés à l'histoire de la biologie, à la médecine, à la mécanique, comme aux erreurs que peut engendrer le recours sans contrôle aux algorithmes et à l'informatique, permirent de les éclairer sur ce point : tous reconnurent, après avoir été dans un premier temps déstabilisés, qu'ils seraient à partir de ce jour plus vigilants sur la question. Tous avouèrent aussi qu'ils n'avaient jamais auparavant été sensibilisés à cette dichotomie entre la réalité (si tant est qu'elle soit perceptible), les modélisations de cette réalité qui sont l'objet de nos sciences, et les partis pris accompagnant leur élaboration.

Sur la question de la nature des évolutions de la science et de la marche de la connaissance, un rapide panorama des épistémologies récentes (Bachelard, Popper, Kuhn, Feyerabend, etc.) comme des courants de pensée de l'histoire des idées (idéalisme, empirisme, sensualisme, positivisme, nominalisme, constructivisme, etc..) provoqua de nombreuses questions : le cours de philosophie des classes terminales était bien loin, et avait de toute façon à l'époque mal été perçu par la plupart des étudiants qui ne s'en cachaient d'ailleurs pas. Le seul bouleversement connu par certains était celui causé par la théorie de la relativité. Aucun ne semblait avoir par exemple entendu parler de la révolution copernicienne, de l'introduction à la médecine expérimentale de C. Bernard. L'aspect idéaliste des mathématiques n'avait jamais selon eux été énoncé dans leurs études, la question de

l'adéquation au réel des théories et des modèles n'avait soi-disant jamais été posée, les apriorismes sous-jacents aux recherches actuelles en astronomie ou en biologie par exemple (modèle du big bang, débat sur l'inné et l'acquis, etc.) étaient ignorés. Les questions d'éthique aussi semblaient ne pas les concerner, ou du moins n'y avaient-ils été que peu sensibilisés dans leur propre champ, considérant en général que leur activité scientifique était à l'abri de ce genre de problématique (ce qu'il fut souvent facile d'infirmier au cas par cas).

C'est donc sur ces questionnements, provoqués chez eux par les éclaircissements donnés lors des séances du séminaire, que l'on peut parler de réussite relative de celui-ci. Mais il s'agissait (et il s'agit encore) de soigner le mal, et non la cause: ces cours d'épistémologie n'entrent pas dans le champ de l'interdisciplinarité, ils sont perçus comme séparés de l'activité et de l'enseignement scientifiques, ils ne remettent pas en cause les fonctionnements de ces derniers, ils ne jettent pas de pont entre les discipline, ils sont « à côté » ! En fait d'interdisciplinarité, on peut au mieux parler de complémentarité : les séminaires n'étaient pas la mise en scène de dialogues entre les deux champs disciplinaires, de considérations sur leur dépendance et leur complémentarité, mais restaient le lieu d'une promotion d'une lecture épistémologique, extérieure à la science, de l'activité et du fonctionnement de celle-ci, et *a minima* d'un apport culturel. Une activité réellement interdisciplinaire aurait nécessité qu'un scientifique de chaque domaine représenté fût présent et à même d'exprimer sa démarche épistémique, et réciproquement qu'un philosophe exprimât aussi la dépendance de son savoir et de sa réflexion aux choses scientifiques. Nous ne pûmes mettre en oeuvre la première de ces deux situations que dans le champ mathématique, du fait de notre propre formation en mathématiques et épistémologie. Mais seuls les étudiants mathématiciens et physiciens furent en mesure de mesurer la réelle portée de nos propos sur cette interaction entre leur matière et la philosophie.

Un autre exemple significatif, vécu lors de conférences dans le cadre des séminaires de l'université du temps libre, à Toulon toujours, va dans ce sens. On le sait, ce genre de structure s'adresse essentiellement à des personnes inactives ou surtout retraitées qui y viennent dans un but culturel. L'un des thèmes abordés fut l'émergence du calcul différentiel au 17^{ème} siècle. Reprenant la construction et la méthode géométrique de Leibniz pour introduire l'infinitésimal dx dans les calculs, nous avons montré l'importance du saut épistémologique que cela représentait dans l'histoire des idées, et insisté sur l'émergence d'un infini actuel dans l'appareil opératoire (là où l'on tolérait tout juste un infini potentiel), sur les réticences et les réactions que cela engendra, sur la permanence, malgré les progrès dus à ce nouveau calcul, d'un rejet de l'infiniment petit pendant le siècle et demi qui suivit. Nous

eûmes la surprise (et le plaisir) de voir venir vers nous à la fin de l'exposé un professeur de mathématiques à la retraite qui exprima à la fois des remerciements et une forme de désarroi : il avait enseigné le calcul différentiel toute sa vie, et il venait tout juste d'en saisir les raisons, les origines, et les difficultés ontologiques et philosophiques. Il avait, suite à notre exposé, le sentiment de n'avoir auparavant jamais réellement compris le calcul différentiel, de n'avoir fait que retransmettre de façon mécanique un savoir venu d'en haut et jamais justifié ni réellement expliqué. Le même type de situation s'est reproduit lors d'une conférence sur les nombres imaginaires dans le même cadre.

C'est ici que l'on doit relativiser les modèles retenus pour sensibiliser les étudiants scientifiques à l'histoire et à la philosophie des sciences. Le savoir tel qu'on l'apporte dans ces tentatives reste extérieur à la science, comme le savoir scientifique reste extérieur à l'enseignement de la philosophie : il n'y a pas de réelle interdisciplinarité, mais plutôt juxtaposition ou superposition de savoirs.

Interdisciplinarité et formation initiale

Le rapport Lecourt préconise deux orientations pour pallier ce défaut:

- *d'une part, une formation philosophique des scientifiques pour que ceux d'entre eux qui le souhaitent puissent eux-mêmes prendre en mains un enseignement avec une qualification dûment validée.*
- *d'autre part, une formation des philosophes qui voudront acquérir la compétence scientifique suffisante pour assumer ces tâches d'enseignement auprès des scientifiques.*⁸

Il s'agit donc d'apporter aux scientifiques une formation philosophique, et réciproquement. Mais seuls les philosophes se destinant à l'enseignement verraient leur concours de recrutement (l'agrégation) modifié de façon à inclure une épreuve orale spécifique d'épistémologie. On peut déplorer que l'idée symétrique, à savoir l'instauration d'une épreuve d'histoire et de philosophie des sciences dans les concours de recrutement d'enseignants scientifiques, n'ait pas été retenue. En effet, comment un professeur de mathématiques dont nous avons cité plus haut un exemple édifiant, et qui enseignera le calcul différentiel par exemple, pourra-t-il alors combler son déficit de savoir sur les origines de ce calcul, comment pourra-t-il transmettre à ses élèves ou étudiants cette dimension essentielle pour la compréhension, voire l'analyse critique de cet outil ?

⁸ Rapport Lecourt, op. cité, pp. 67-68

On peut parler à ce propos de l'aspect éminemment pédagogique de cette dimension. Il nous est fréquemment arrivé, lors de cours de mathématiques de premier cycle universitaire, d'introduire des concepts fondamentaux en retraçant tout d'abord leur historique et en montrant les difficultés ontologiques rencontrées pour les imposer (nombres irrationnels, infinitésimaux, imaginaires, géométries non euclidiennes, etc.). Nous avons pu constater alors l'intérêt accru des étudiants pour les sujets abordés (et plus particulièrement des étudiants qui se sentaient « dépassés » par le niveau strictement mathématique du cours) : nombre d'auditeurs ont affirmé par la suite avoir enfin compris quelque chose aux concepts mathématiques grâce à ce choix de présentation. Cela ne veut pas forcément dire qu'ils sont parvenus à se les approprier et à en maîtriser l'usage. Mais au moins avaient-ils l'impression d'avoir acquis une vision « culturelle » plus valorisante pour eux-mêmes et pour l'idée qu'ils se faisaient des mathématiques. Il en va certainement de même des autres disciplines scientifiques.

Le rapport Lecourt fixe des limites à l'exigence de « croisements » interdisciplinaires dans la formation des maîtres, même s'il laisse ouvertes certaines portes :

Il paraît prématuré d'introduire une épreuve de philosophie des sciences au programme des concours de recrutement dans les disciplines scientifiques... En revanche, il importerait d'inciter dès maintenant les enseignants scientifiques et philosophes à coopérer dans le cadre ou dans le prolongement des cours de philosophie des sciences dans les lycées.

Cette ouverture rencontre deux écueils :

- 1- elle implique que l'interdisciplinarité envisagée ne concerne que les classes terminales puisque la philosophie n'est enseignée qu'à ce niveau. Cela sous-entend que l'éveil des élèves des classes antérieures aux aspects historiques et épistémologiques des sciences qu'on leur enseigne n'est pas d'actualité.
- 2- Elle suppose que, soit le professeur scientifique, soit le philosophe (ou mieux encore les deux) maîtrise *a priori* les connaissances (philosophiques pour le premier, scientifiques pour le second) qui permettraient une telle collaboration, et une réelle interdisciplinarité. Il faudrait que le premier ait vécu sa formation scientifique dans le « bain » philosophique qui la porte, et le second sa formation philosophique dans la permanente prise de conscience de ce que la philosophie participe de son côté à la démarche scientifique.

Ce qui nous ramène au point de départ : pour posséder une telle maîtrise, n'est-il pas nécessaire que chacun des deux ait été *a minima*, dans son cursus de formation, formé aux aspects transversaux, et donc évalué lors des épreuves de recrutement (capes, agrégation...) sur ses connaissances. Ce minimum, ce terrain commun, supposent la remise en question des schémas de « spécialités » qui gouvernent la formation universitaire. Le lien ne doit plus être seulement positif, les disciplines ne doivent pas se situer dans une relation d'*ici* et d'*ailleurs*, d'érudits et d'ignorants, mais dans une interdépendance et une interaction qui rétablissent les universaux de notre culture d'origine, et qui redonnent sens à ce qui ne paraît plus être aujourd'hui pour le profane que production inaccessible d'un monde de spécialistes. C'est en ce sens que l'on peut parler de nécessaire retour vers un état ontologique aujourd'hui nié, à savoir celui où la spécialisation n'avait pas encore privé le scientifique de la culture et de la réflexion qui donnaient du sens, et donc de l'universalité et de la lisibilité, à son travail.

Certes Paris ne s'est pas faite en un jour, mais devant le désintérêt des nouvelles générations pour les filières scientifiques, devant le déficit culturel des étudiants engagés dans de telles voies, il paraît urgent de réagir, et le travail et les propositions de Dominique Lecourt ont eu le mérite d'aller dans ce sens, même si on peut juger timides leurs effets et surtout les moyens mis à leur application.

Réflexivité du savoir scientifique

Mais ce n'est là que l'aspect « formation initiale » des scientifiques. Reste la question du « retour réflexif du sujet scientifique sur lui-même », pour reprendre l'expression d'Edgar Morin⁹. Certes, l'instauration d'une réelle interdisciplinarité durant les années d'apprentissage peut aider à une telle réflexivité dans l'activité du futur scientifique. Mais, pour ne pas réduire cette activité à une simple production de connaissances et de technologies, pour garder une place à une permanente réflexion libératrice, pour ne pas installer le scientifique dans l'illusion d'une neutralité par rapport aux pouvoirs économiques, idéologiques et politiques, il paraît nécessaire de repenser l'activité elle-même, les structures de sélection, de critique, de production du savoir. Or ces structures sont fondées sur le principe même de la spécialisation, avec ce qu'elle comporte d'exclusion et d'ostracisme.

L'invention scientifique et la production de connaissances se sont-elles toujours effectuées dans le cadre strict de la spécificité? De nos jours, c'est à peu près la règle: du fait de la spécialisation que nous dénonçons plus haut, l'autodidacte, le penseur ou le chercheur isolé, peuvent difficilement faire entendre leurs voix. Les structures de production du savoir

⁹ Edgar Morin, *Science avec conscience*, Le Seuil, Paris, 1990.

sont extrêmement rigides, et impliquent l'enfermement du scientifique dans des codes institutionnels, sociaux et cognitifs propres à sa discipline, s'il veut que ses découvertes soient reconnues, et même simplement étudiées. Il n'en a pas été toujours ainsi, loin s'en faut, et on peut redouter qu'une telle compartimentation, que de telles règles exclusives d'accès aux sphères de production et de reconnaissance scientifiques, n'excluent du champ de la science, et donc des progrès de celle-ci, de sa « réflexivité », des personnages atypiques mais capables de produire du savoir et une connaissance sur le savoir.

Reprenant la pensée d'Adorno et d'Habermas, Edgar Morin nous rappelle que « l'énorme masse du savoir quantifiable et techniquement utilisable n'est que du poison s'il est privé de la force libératrice de la réflexion »¹⁰.

C'est ici que la question du rapport des sciences à la société, des sciences dures aux sciences humaines, est fondamentale non seulement dans les problèmes de compréhension par les scientifiques eux-mêmes de leur propre démarche, mais aussi dans les aspects touchant à l'éthique, à la communication, au sens critique, et même à l'invention scientifique elle-même.

Or, « parce que la méthode scientifique s'est fondée sur la disjonction du sujet et de l'objet », parce que « le sujet a été renvoyé à la philosophie et à la morale »¹¹, et parce que, du fait de la spécialisation, les ponts ont été coupés entre les champs ainsi dissociés, le scientifique s'est, à partir du 19^{ème} siècle, dédouané en grande part de toutes les implications non positivistes de son activité. Pour citer Dominique Pestre, « *il faut se souvenir que l'idée de « science pure » a elle-même une histoire. Etablie de façon définitive dans le cadre des institutions universitaires du XIX^{ème} siècle, cette dénomination correspond à l'émergence d'un groupe professionnel nouveau qui, à travers elle, construit son autonomie. Se séparant de ceux avec lesquels leurs ancêtres ont régulièrement collaboré, notamment les militaires, les savants universitaires inventent alors cette notion de connaissance désintéressée ne visant que la vérité* »¹² Certes, tel prix Nobel ou tel homme de science reconnu va profiter de son audience pour argumenter sur l'aspect éthique, politique, idéologique, culturel, philosophique de l'activité scientifique, mais ce n'est que l'exception qui cache la règle. Dans l'ambiance studieuse des laboratoires scientifiques, ces réflexions ont rarement cours.

Un exemple historique

Nous parlions au début de cet exposé des penseurs universels, philosophes, mathématiciens, physiciens qui ont longtemps marqué de leur sceau les progrès de la

¹⁰ Ibid.

¹¹ Ibid

¹² D. Pestre, *La Science et la Guerre, 400 ans d'Histoire Partagée*, introduction. La Recherche, H.S. N° 7, avril-juin 2002.

connaissance, scientifique et philosophique tout à la fois. Ces découvreurs auraient-ils tous leur place dans les structures sélectives aujourd'hui, et leur génie aurait-il seulement accès à la parole ?

Sans nous référer aux Pascal, Newton, Leibniz et autres philosophes des 16^{ème} et 17^{ème} siècles, on peut citer des exemples plus modestes et pourtant fondamentaux de « chercheurs » autodidactes qui ont marqué l'histoire des sciences à des époques où l'ostracisme dû à la spécialisation n'avait pas encore cours.

A titre d'exemple, nous allons revenir ici à la période transitoire dont nous parlions plus haut, qui précéda la révolution industrielle, et où la spécialisation déjà en marche n'empêchait pas encore une transdisciplinarité et un universalisme hérités du siècle des lumières, à savoir les trente premières années du 19^{ème} siècle.

Les mathématiques et la physique ont fait l'objet à cette époque de progrès fondamentaux. Mais les réticences d'ordre philosophique face à l'émergence de nouveaux concepts plaçaient ceux-ci aux frontières des disciplines reconnues dans la pensée pré positiviste de l'époque. C'est ainsi que l'on vit des outils ou concepts mathématiques d'importance non pas privés de diffusion, mais publiés dans des rubriques connexes aux mathématiques (mais pas moins nobles à l'époque), telles que la « Philosophie Mathématique, les « Variétés », la « Dialectique Rationnelle »..

De telles rubriques figuraient au sommaire des *Annales de Mathématiques Pures et Appliquées*, déjà cité dans notre introduction.

Attardons nous un instant sur le cas de Robert Argand, mathématicien *a priori* suisse¹³, qui y apporta une contribution fondamentale sur la question de la représentation des nombres imaginaires, aujourd'hui plus connus sous le nom de nombres complexes.

Résidant à Paris, il fit paraître en 1806 un opuscule sur ce sujet¹⁴, passé alors inaperçu: ce n'est que sept ans plus tard que ses idées furent plus largement diffusées dans les *Annales de Gergonne*. Pour être plus précis, davantage que des « idées », c'est un véritable traité de mathématiques, une forme de découverte, puisque, une fois « inventé » l'axe des imaginaires purs, il développe très concrètement toute l'algèbre complexe dans sa traduction géométrique, exactement comme nous l'enseignons à nos élèves aujourd'hui. L'article d'Argand, paru dans les *Annales* en 1813¹⁵, et qui reprend dans ses grandes lignes son traité de 1806, relève à présent du strict champ des

¹³ On sait très peu de choses de sa biographie, et des recherches en cours tendent même à infirmer ce qui a été dit de lui.

¹⁴ *Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires, dans les constructions géométriques*, 1806.

¹⁵ "Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires, dans les constructions géométriques", *Annales*, T.IV, novembre 1813, pp. 133-14.

mathématiques, et serait publié très certainement de nos jours dans une revue consacrée à cette discipline. Mais Argand était un marginal, un autodidacte, et le conditionnel que nous venons d'employer prend tout son sens : un autodidacte inconnu tel qu'Argand (on ne sait quasiment rien de sa vie ni de sa formation) verrait-il aujourd'hui ses travaux publiés et reconnus? La fermeture des « spécialités » scientifiques lui laisserait-elle aujourd'hui la parole ? Les revues scientifiques disposent-elles des rubriques et de l'ouverture d'esprit nécessaires à la diffusion d'idées ou de théories neuves non conformes aux règles de production, de forme du discours et de reconnaissance du savoir scientifique?

Or, et c'est là l'intérêt de cet exemple dans le sujet qui nous occupe aujourd'hui, ce pas franchi par Argand dans l'invention mathématique relevait à l'époque d'un autre champ, celui de la philosophie. Il en fut de même pour nombre de contributions qui s'avérèrent par la suite fondamentales pour les mathématiques comme pour la science en général, des propriétés projectives des figures de Poncelet aux opérateurs différentiels de Servois.

Expliquons rapidement les raisons de ce « classement » dans une rubrique non strictement mathématique. Les notions introduites par Argand étaient une tentative, qui s'avéra par la suite très fructueuse, de répondre à des questionnements ontologiques et philosophiques sur la légitimité des nombres imaginaires remontant à leur « invention » au 16ème siècle¹⁶. Outils devenus incontournables de l'analyse et de l'algèbre, ces nombres, qui ne possédaient aucune correspondance dans la description du réel géométrique et arithmétique, échappaient au réalisme géométrique de la mesure et de la représentation. Seule leur utilité était une forme de légitimation, mais ils demeuraient ontologiquement, comme les infinitésimaux qui provoquèrent le même type de débats au plan philosophique, des « chimères », des « fictions utiles pour le calcul », voire des « tortures morales », pour reprendre des expressions employées à l'époque¹⁷. Toute tentative de faire entrer ces nombres dans les champs de légitimité alors en vigueur relevait donc *a priori* de la philosophie, même si la présentation en était, comme dans le travail d'Argand, strictement mathématique. La trop grande originalité au plan de l'invention mathématique et de la vision philosophique implicite du travail présenté, la marginalité de l'auteur, plaçaient donc le travail d'Argand hors des mathématiques elles-mêmes, mais l'ouverture encore en vigueur de ces dernières permit la diffusion de ses travaux.

Outre la question déjà évoquée de la diffusion possible d'un tel travail dans les cadres de la spécialisation que nous connaissons, se pose une autre interrogation. La démarche d'Argand était la conséquence (et relevait donc) d'un questionnement *a priori* philosophique sur un concept

¹⁶ R. Bombelli, *Algebra*, 1572

¹⁷ « Tortures morales » est une expression de G. Cardano, à propos des objets non définis tels que $\sqrt{-1}$, $\sqrt{-121}$, ces derniers ayant été pour la première fois explicités par R. Bombelli dans son *Algebra* en 1572.

mathématique précis, et ses résultats strictement scientifiques n'auraient certainement jamais vu le jour sans cette connaissance des fondamentaux de la philosophie, donc sans la référence à un autre champ de la connaissance. Une telle démarche, porteuse de connaissance au plan strictement scientifique, est-elle encore possible, et l'interdisciplinarité que nous évoquons ici n'est-elle pas la condition minimale à la mise en place des conditions de cette possibilité ? On peut le concevoir si l'on prend pour convention *a minima* d'accepter la définition de l'interdisciplinarité de Veronica Boix Mansilla et Howard Gardner, à savoir : « *we defined "interdisciplinary work" as work that integrates knowledge and modes of thinking from two or more disciplines. Such work embraces the goal of advancing understanding (e.g., explain phenomena, craft solutions, raise new questions) in ways that would have not been possible through single disciplinary means.* »¹⁸

Conclusion et ouvertures

Pour conclure bien provisoirement, nous pourrions poser la question qui nous a occupés ici sous cette forme : les tentatives pédagogiques, les remises en question des schémas d'éducation, les expériences que nous avons détaillées plus haut, les exemples historiques d'imbrications fructueuses entre des champs aujourd'hui étrangers, et le problème de la reconnaissance et de l'attrait du scientifique dans nos sociétés, ne révèlent-ils pas une absence de connaissance réflexive du monde de la recherche, un manque de savoir historique et épistémologique des scientifiques eux-mêmes, et donc, à la base, des enseignants qui les ont formés à tous les niveaux, et un déficit de connexions interdisciplinaires à l'intérieur même du système éducatif ? Dans un article d'actualité consacré aux manuels scolaires scientifiques, on peut lire :

« *...par souci de concision et d'attractivité [le manuel scolaire] fait souvent peu de place à l'histoire des sciences et à l'incertitude scientifique.* »¹⁹

Et plus loin :

« *L'histoire des sciences donne aux élèves une image plus pittoresque, plus aisément mémorisable et plus réaliste de la science et des chercheurs. Sa présence dans les manuels assure aussi que les professeurs n'enseigneront pas des concepts dont ils ignorent les racines historiques - et donc le sens profond.* »²⁰

¹⁸ « Nous définissons le « travail interdisciplinaire » comme le travail qui intègre les connaissances et les modes de pensée de deux ou plusieurs disciplines. Un tel travail se donne pour but de faire avancer la compréhension (par exemple, expliquer les phénomènes, mettre sur pied des solutions, faire émerger de nouvelles questions) dans des directions qui n'auraient pas été possibles par le biais d'une seule discipline. », Veronica Boix Mansilla et Howard Gardner, *Assessing Interdisciplinary Work at the Frontier. An empirical exploration of « symptoms of quality »*, à consulter sur : <http://www.interdisciplines.org/>

¹⁹ *Que valent les manuels scolaires*, La Recherche, N° 378, septembre 2004

²⁰ Nicolas Witkowski, in : *Que valent les manuels scolaires*, La Recherche, N° 378, septembre 2004

On peut déplorer dans ces propos la réduction qui est faite de l'histoire des sciences à une approche « anecdotique » et amusante, même si le souci pédagogique est exprimé. Mais on peut surtout relever le fait qu'implicitement, des notions d'histoire insérées dans les manuels scientifiques des lycées et collèges sembleraient suffire à l'appropriation et à la compréhension par les enseignants des concepts qui gouvernent la production du savoir. Nous sommes loin de nos préoccupations d'interdisciplinarité, voire de « métadisciplinarité », et des ambitions que nous énoncions plus haut. Et nous ne pouvons que déplorer *a priori* les dégâts que pourrait occasionner une telle appropriation, parcellaire, anecdotique, et sans épaisseur.

La voie reste donc à trouver (sur les pas, par exemple, des conclusions du rapport Lecourt, ou sur les constats de sociologues et de philosophes qui s'intéressent à ces questions²¹) qui rendrait au scientifique en général, mais tout au moins, condition *sine qua non*, à l'enseignant scientifique en particulier, ce savoir universel sans lequel pratique, enseignement et connaissance ne pourraient se débarrasser de l'hermétisme et des lacunes issues de la spécialisation. Car les conditions d'une réflexivité de la science, au sens où l'entend E. Morin, doivent forcément inclure une réforme des modes d'enseignement, un décroisement qui passe d'abord par la formation des maîtres, et par un retour à un état ontologique de la diffusion et de l'appropriation du savoir qui redonne sa juste place à la philosophie et à la culture historique.

Bibliographie :

- J.P. Astofli et M. Develay, *La didactique des sciences*. PUF, 1989.
- Pierre Bourdieu, *Les usages sociaux de la science. Pour une sociologie clinique du Champ Scientifique*, Inra, 1997
- A. Brannigan, *Le fondement social des découvertes scientifiques*, Puf, Paris, 1996.
- Michel Callon, *La science et ses réseaux, genèse et circulation des faits scientifiques* Editions la découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, 1988, ouvrage collectif.
- M. Callon et B. Latour, *La science telle qu'elle se fait*, Pandore, 1982
- Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability*. University of Chicago Press, 1962.
- Lazare Carnot, *Réflexions Sur La Métaphysique du Calcul Infinitésimal*, Paris, 1797
- Nayla Farouki et Michel Serres, *Le Trésor des sciences*, Flammarion, 1997.
- Paul Feyerabend, *Contre la méthode*, Seuil, Paris, 1988 (1975)

²¹ cf. par exemple Edgar Morin, *Relier les Connaissances, le défi du XXIème siècle*, Le seuil, Paris, 1999.

- Gérard Fourez, *Apprivoiser l'épistémologie*, De Boeck , 2003
- H. Gardner, H, *The Mind's New Science: A history of the cognitive revolution*. Basic Books ,New York, 1985.
- C. Gerini, *Les « Annales » de Gergonne : Apports Scientifiques et Epistémologiques dans l'Histoire des Mathématiques*, Ed. du Septentrion, Villeneuve d'Asq, 2002.
- C. Gerini, *Le premier journal de mathématiques*, Pour la Science, mensuel, édition française de Scientific American, Paris, juin 2005.
- G. Holton, *L'imagination scientifique*, Gallimard, Paris, 1981.
- Thomas Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques* Flammarion, 1972
- Imre Lakatos, *Histoire et méthodologie des sciences*, Puf, Paris, 21994 (1986)
- Bruno Latour, *La science en action*, La découverte, Paris, 1989.
- B. Latour et S. Woolgar, *La Vie de Laboratoire. La Production des Faits Scientifiques*, La Découverte, Paris, 1886
- Lisa R. Lattuca *Interdisciplinary Research and Teaching among College and University Faculty*, Nashville: Vanderbilt University Press, 2001. Julie Thompson Klein, 1996 Ibid.
- Yves Lenoir, Bernard Rey, Ivani Fazenda (dir.) *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*, Sherbrooke, Éditions du CRP, 2001.
- R.K. Merton, *Sciences, Technology and Society in Seventeenth Century England*,1938
- Edgar Morin, *Sur l'interdisciplinarité, Carrefour des sciences* , Actes du Colloque du Comité National de la Recherche Scientifique *Interdisciplinarité* , Introduction par François Kourilsky, Éditions du CNRS, Paris, 1990
- Edgar Morin, *Science avec Conscience*, Seuil, 1990
- Edgar Morin, *Relier les Connaissances, le défi du XXIème siècle*, Le seuil , Paris,1999.
- Jean Perdijon, *La mesure, science et philosophie*. Flammarion, coll. Dominos, 1998.
- Karl R. Popper, *Conjectures et réfutations. La croissance du savoir scientifique*. Payot, 1985 (1934).
- N. Rege Colet *Enseignement universitaire et interdisciplinarité* , De Boeck-Wesmael ,2002
- Diana Rhoten, *A Multi-method Analysis of the Social and Technical Conditions for Interdisciplinary Collaboration*, in *Hybrid Vigor*, Final Report. National Science Foundation. September 2003.

- M.K. Smith, *Howard Gardner and multiple intelligences, the encyclopedia of informal education*, <http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>.
- Isabelle Stengers, *D'une science à l'autre, des concepts nomades*. Seuil, 1987.
- Nancy Sung, *Educating Future Scientists*, Science, 301 p. 1485. Septembre, 2003.
- Julie Thompson Klein, *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*, Detroit: Wayne State University, 1990.
- Julie Thompson Klein. *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity, and Interdisciplinarity*, Charlottesville VA: University Press of Virginia 1996
- Julie Thompson Klein et al, *Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology, and society: an effective way for managing complexity*, Basel, Birkhauser Verlag, 2001.
- D. Vinck, *Sociologie des sciences*, Armand Collin, Paris, 1995
- Paul Watzlawick, *L'invention de la réalité*, Seuil, Paris 1988.