

Entretien avec Marc ZARROUATI



Marc ZARROUATI est maître de conférences en philosophie des sciences et en histoire des sciences et techniques. Professeur agrégé de mathématique, puis Docteur en physique théorique (sa thèse portait sur les invariants mathématiques en physique du solide), il complète sa formation par une licence en philosophie morale et politique. Il partage actuellement ses enseignements entre l'Université Paul Sabatier de Toulouse, où il enseigne la philosophie des sciences, l'histoire de la physique, et l'histoire des sciences de la terre ; et l'IUFM où il enseigne la philosophie de l'éducation et les mathématiques. Son domaine de recherche actuel concerne l'épistémologie des sciences de l'éducation, notamment la genèse des savoirs au sein des sciences de l'éducation. Ses engagements sont aussi très importants dans la vie associative, puisqu'il est président de l'ACAT, l'Action des Chrétiens pour l'Abolition de la Torture, et membre du conseil d'administration de Primo Levi, Centre de soin pour les victimes de tortures.

– Les enseignants constatent, à travers leurs pratiques, un vif intérêt des élèves pour l'histoire des sciences, notamment lorsqu'il s'agit d'anecdotes. Pour autant, faut-il se contenter d'un tel usage, qui peut paraître par certains aspects, assez limité? Comment envisager une utilisation plus large de l'histoire des sciences en tant que vecteur pédagogique ?

Je pense que l'histoire anecdotique ne doit pas être dévalorisée : elle fait partie d'un ensemble de pratiques pédagogiques pertinentes. Les usages de l'histoire des sciences sont multiples, ils remplissent tous des fonctions précises, et il est important que le professeur perçoive clairement les objectifs qu'il poursuit en faisant usage de l'histoire des sciences dans le cadre de son enseignement. Un premier objectif peut être de trouver un moyen de continuer à faire de la physique, alors que l'on constate que les élèves sont dispersés et qu'il y a nécessité d'une rupture dans l'activité. De ce point de vue là, l'histoire des sciences " anecdotique " est un moyen, parmi d'autres, de rompre avec l'activité du cours, en contribuant à tisser avec les élèves des " fils " dans le cadre de la toile que l'élève construit au cours de son apprentissage. L'utilisation de l'anecdote apparaît alors comme un moyen pédagogique plus que didactique, son utilisation est alors plutôt du type " instrumentale ". Il y a cependant une chose dont il ne faut pas être dupe : dans l'anecdote, il n'y a pas véritablement de " science " : on n'en a pas fait, on en a simplement parlé !

Un deuxième usage consiste à acquérir une culture scientifique dans une logique citoyenne, nous sommes alors bien au-delà de l'anecdote. Dans les classes de collège par exemple, seule une minorité d'élèves vont poursuivre leur formation par des études scientifiques, moins encore vont " faire des sciences " dans le cadre de leur activité professionnelle. Faire de la physique citoyenne, c'est donner aux élèves les moyens d'analyser un certain nombre de discours politiques contemporains sur les OGM, le clonage, le développement durable, le débat énergétique, etc...

– Pourtant n'est-il pas illusoire de croire à un avis citoyen éclairé sans un certain niveau d'expertise ?

Certes, si nous prenons pour exemple l'enjeu énergétique d'aujourd'hui, il apparaît très complexe, mais je répondrai à votre question plutôt par la négative. D'abord, par un " non de principe " : en démocratie, ce ne sont pas les experts qui gouvernent. Le politique doit se différencier de l'expert, en ce sens qu'il doit avoir la capacité de dire non, d'avoir une approche qui tient

plus d'une " volonté éthique " que d'une véritable expertise. Actuellement, nous basculons dans une société où le politique calque son discours sur celui des experts, et c'est préjudiciable pour la démocratie. Le procès du sang contaminé cristallise ce mimétisme : l'accusation et la défense avaient en effet basé leur argumentation sur de l'expertise, et le procès avait plus consisté en une bataille d'experts, qu'une argumentation éthique.

Ce mimétisme s'explique, entre autre, par les risques encourus par les différents acteurs. En effet, l'erreur de l'expert pourra toujours être renvoyée à celle de la science, tandis que si le politique se trompe, sa carrière sera fortement compromise !

Et puis " non ", parce que l'on doit toujours pouvoir à partir de connaissances physiques basiques, comprendre un raisonnement fondant une action politique : il y a seulement quelques concepts essentiels à maîtriser. L'enjeu c'est de s'appuyer sur des exemples historiques pour enseigner ces concepts : les nourrir, les irriguer, et leur donner ainsi une dimension culturelle qu'il faut à tout prix éviter de segmenter, en faisant du " culturel " d'un côté et des " équations " de l'autre. Une culture c'est précisément quelque chose qui ne se segmente pas.

Un dernier aspect, auquel j'adhère personnellement, tend à ne pas focaliser sur la culture scientifique mais sur une autre culture, plus importante selon moi, la culture de " la pratique scientifique ". En effet, il faudrait être utopiste pour vouloir mettre en place dans le cursus scolaire des élèves une véritable pratique scientifique, à l'image de celle qui est en usage dans les laboratoires de recherche. Par contre, la culture de la pratique scientifique, pourrait être étudiée ; dans ce cas la philosophie des sciences est intéressante. Aujourd'hui les questions communes qui font sens pour les gens ne sont pas les mêmes que celles qui font sens pour les scientifiques. Les couvertures des magazines, même ceux à vocation scientifique, interpellent les gens sur les questions qu'ils se posent réellement et qui les concernent (" En 2050, nous serons 19 milliards sur Terre "). Ces questions-là diffèrent de celles des scientifiques, plus attachés à la validité, la simplicité, ou la fécondité du modèle

employé qu'à la portée temporelle du résultat... Ainsi, depuis plusieurs siècles, la science ne s'attache plus à répondre aux questions que peut lui poser la société (contrairement à la science médiévale, et à celle d'Aristote). Aujourd'hui la physique se pose à elle-même ses propres questions. Il y a ainsi un malentendu profond, qui a laissé un espace vide, rapidement occupé par le scientisme au 19^{ème} siècle, et qui a quasiment généré une " religion " de la science. Il subsiste toujours, avec les élèves actuels, un espèce d'amalgame : leurs questions concernant la cosmologie tiennent plus de la métaphysique que de la physique elle-même. Aujourd'hui il y a un profond malentendu sur ce que c'est que véritablement la science. Concernant le débat sur les OGM : on a tendance à penser que les scientifiques ont quelque chose de profond à nous dire d'un point de vue éthique : en réalité sur ces questions éthiques ils ne peuvent pas plus répondre que quelqu'un d'autre, car l'objet des débats n'est pas tellement de nature scientifique. Les élèves sont aujourd'hui assez étrangers à cette " culture de la pratique scientifique ", même si certains développent une érudition, faire de la science c'est autre chose. Il y a donc un malentendu profond entre la science et la société, non pas par manque de culture scientifique, mais plutôt par un déficit de culture de la pratique scientifique. De ce point de vue là, la philosophie des sciences et l'histoire des sciences permettent de pénétrer cette culture des pratiques scientifiques, alors qu'un enseignement classique ne le permet pas.

– **En même temps, ces questions là sont généralement absentes du cursus universitaire des enseignants, se pose alors le problème des compétences et celui de la formation... Un enseignant n'est pas non plus un " philosophe "...**

En effet, mais la question peut aussi se poser différemment. On demande actuellement aux enseignants de faire de l'histoire des sciences alors qu'il ne sont pas véritablement historiens, rien n'empêche d'introduire des éléments de philosophie des sciences dans leur formation et leur enseignement. C'est certain qu'il y a un véritable besoin de formation, être enseignant c'est très complexe, il y a une somme de paramètres à maîtriser.

Telles qu'elle est exposée aujourd'hui dans

les manuels, l'organisation des connaissances est achronique, elle est gouvernée par une logique d'exposition didactique qui privilégie les articulations logiques au détriment de la généalogie des concepts. En recherche, dans la pratique scientifique, on se rend compte rapidement du contexte problématique du concept, qui lui, est loin d'être achronique. Certes, la mise en oeuvre dans les classes d'une culture de la " pratique scientifique " reste encore à penser, mais c'est important d'y réfléchir et de travailler sur cette question là. La distinction entre la culture et la pratique scientifique passera par la transformation des programmes, des manuels et les choses ne vont malheureusement pas actuellement de ce côté là.

- **Utiliser l'histoire des sciences en tant que vecteur pédagogique, peut aussi poser un problème très concret. En effet, les élèves doivent étudier près de 2000 ans de " science " en quelques années, il faut donc faire des choix : comment procéder ?**

Il n'y a pas de bons choix et de mauvais choix, concernant l'époque ou la question traitée, il faut par contre soigner particulièrement l'articulation entre l'enseignement de l'histoire des sciences et l'activité pédagogique elle-même ; de manière à générer de la cohérence dans le discours et éviter la segmentation. Il n'a pas d'époque plus facile à étudier qu'une autre, il n'y a pas non plus d'analogie entre le développement d'un enfant et la chronologie des sciences. Les " fils ", il faut les construire en permanence : l'anecdote fait partie d'un ensemble. On peut simplement dire que certaines époques sont peut-être plus " proche " de nous, en termes de représentations collectives, et donc plus facilement analysable. Il convient sans doute de commencer par la science moderne et contemporaine plutôt que par la science médiévale, mais il serait faux de croire que la science médiévale n'a rien à nous dire ; par exemple l'étude de la lente séparation entre science et magie à la renaissance et à l'âge classique serait sans doute très instructive pour des élèves de lycée.

- **L'histoire des sciences peut-elle, à elle seule, régler certaines difficultés de nos élèves qui semblent être assez éloignées de cette problématique là ?**

Pour que l'élève maîtrise les concepts et outils de la discipline, il est effectivement nécessaire de développer une " connaissance d'usage ", tout à fait an-historique. Cette connaissance d'usage ne suppose pas l'acquisition d'une " connaissance de la pratique scientifique ", mais ces deux aspects me semblent néanmoins trop séparés dans notre enseignement. On s'en rend compte quotidiennement : un élève peut entièrement réussir un exercice sans pour autant avoir une réelle culture de la pratique du concept qu'il vient de mettre en oeuvre. Je ne veux absolument pas laisser entendre ici que " l'élève a su faire sans comprendre ". Il s'agit en effet d'une véritable compréhension qui se joue dans la manipulation des notions au sein d'un exercice. Mais cette compréhension d'usage, qui constitue le coeur de la pratique scientifique, ne dit paradoxalement rien de cette pratique. Ce n'est qu'au bout de plusieurs années de thèse que le scientifique débutant va progressivement donner un sens à cette pratique. L'histoire et l'épistémologie des sciences, en conduisant l'étudiant à prendre pour objet d'étude les pratiques scientifiques elles-mêmes, l'amènent à se former une idée assez précise de ce qu'est la science, sans attendre la fin d'une hypothétique thèse qui pour beaucoup d'étudiants ne viendra jamais, car, nous l'avons dit plus haut, la majorité des élèves et étudiants ne feront pas de recherche scientifique. Et il est pourtant essentiel qu'ils aient eux aussi une idée claire de ce qu'est la pratique scientifique, pour toutes les raisons que nous avons développées au début de cet entretien.

Il y a donc, dans l'enseignement des sciences, une double exigence. D'une part la nécessité d'enseigner la connaissance d'usage d'un concept, et d'autre part la nécessité de permettre à l'élève d'acquérir la connaissance de la généalogie de ce concept, de l'histoire de sa lente émergence.

- **Que pensez-vous de la démarche d'investigation introduite dans les nouveaux programmes de collège ?**

Personnellement, j'aurai tendance à opposer la démarche d'investigation à la démarche expérimentale. Malgré les apparences, cette démarche n'est pas réglée par un protocole (hypothèse, vérification, conclusion). Il y a dans le mot " investigation " plus de liberté, on va plus ou moins

essayer d'éprouver le réel : c'est ce point qui me semble essentiel. Si on pense à tous les élèves qui ne feront pas carrière dans les sciences, adopter une attitude scientifique face au réel c'est un enjeu majeur et universel. Jadis, lors d'un orage, les gens paniquaient en invoquant l'irrationnel : aujourd'hui on peut donner sens à ce que l'on voit. Adopter une attitude scientifique par rapport aux questions qui émergent, mettre en oeuvre des schèmes cognitifs qui permettent de comprendre ce qui se passe, donner du sens, c'est essentiel. Il ne s'agit pas tellement de contenus, mais de façon de se comporter face au réel. En outre, la démarche d'investigation est intéressante en ce sens qu'elle permet d'amorcer une véritable démarche scientifique par la suite.

- **Pourtant, aucune expérience n'a jamais, à ma connaissance, réellement bâti de théorie... La démarche d'investigation, à travers ses différentes étapes, semble pourtant promettre aux élèves la découverte d'une vérité scientifique. Ce raisonnement inductif s'avère pourtant être très délicat tant dans sa validité que dans sa mise en oeuvre en classe.**

Il ne faut pas confondre la manière dont les scientifiques formalisent leurs propres pratiques avec la réalité de ces pratiques. Le scientifique est d'emblée dans une dialectique entre théorie et observation : on a toujours des idées préconçues, c'est pour cela qu'une observation seule, cela ne veut rien dire : on observe toujours à partir de quelque chose, dans un cadre théorique. " Les pommes tombent des arbres " : pas besoin de science pour dire ça ! L'inférence en loi générale semble propre à l'activité humaine, il n'y a pas besoin de faire de la science pour faire cela. En ce sens, l'inductivisme apparaît comme naturel, mais ce n'est pas forcément une bonne grille pour voir ce qui va se passer dans la science. Cependant lorsque le chercheur présente ses résultats à la communauté scientifique, il doit mettre en discours sa démarche scientifique. Cette mise en discours consiste en une codification de l'activité scientifique qui a pour objet, l'explicitation des connaissances et leur partage. Elle doit se faire selon des canons qui règnent dans les modalités de partage et de lecture entre pairs. Les scientifiques ont besoin

de se donner des protocoles pour pouvoir valider leur travail. Ce que va regarder le référent, c'est le protocole mis en jeu. Il y a très souvent confusion entre pratique et énoncé du résultat scientifique, entre l'exposition des résultats du scientifique et la manière dont il les élabore.

- **On retrouve de plus en plus dans nos enseignements, un glissement conceptuel entre le réel et le concret. A titre d'exemple, l'étude du patin à roulettes en classe de troisième permet au professeur d'introduire son cours sur les différents matériaux qui le composent. On oppose donc systématiquement dans les programmes actuels le concret à l'abstrait -lequel est toujours connoté péjorativement-, en oubliant peut-être que l'objet d'étude du scientifique n'est pas tellement le concret, mais le réel.**

En effet, l'épreuve de la réalité, ce n'est pas l'épreuve du concret. Lorsque l'on adopte un protocole, on mobilise des concepts, on sent bien que " quelque chose " résiste. Cette résistance n'est pas de même nature que celle d'un objet sur une table, : elle est moins concrète, mais me semble infiniment plus intéressante. Avec le patin à roulettes on renvoie l'élève à la dichotomie concret/abstrait, en supposant -à tort- que seul le concret peut faire sens. Nous pourrions tous nous mettre d'accord assez rapidement sur ce qui ressort ou non du concret. Quant au réel, lui, il est à la fois construit et éprouvé : il est différent en Sciences Physiques ou en mathématiques, c'est aussi pour cela qu'une approche disciplinaire est indispensable dans l'enseignement des sciences. Dans " l'investigation " : le réel n'est jamais pris comme réalité brute.

Mais si les programmes actuels mettent l'accent sur l'histoire des sciences, ce n'est pas tellement pour y introduire une dimension épistémologique, ou philosophique, mais pour séduire le jeune public et palier à la pénurie de scientifiques. Mais, qu'est ce que l'on rend attrayant, la science ou son image ?

Propos recueillis par Marc HAZART
Responsable du groupe Physique-Chimie,
au SNES.