

A propos d'une formation des enseignants de sciences physiques à l'épistémologie et à l'histoire des sciences

par Muriel GUEDJ et Jean-Michel DUSSEAU
Laboratoire ERES de l'Université Montpellier II
Groupe IUFM
2, place M. Godechot - BP 4152 - 34092 Montpellier Cedex

RÉSUMÉ

Les programmes actuels d'enseignement des sciences physiques au collège et au lycée d'enseignement général mentionnent en plusieurs points l'obligation d'une introduction historique. Ceci n'est pas nouveau et a fait l'objet de nombreux débats. Pour notre part nous essayons dans cet article d'abord de cerner quelques attentes de professeurs, stagiaires en formation initiale ou en poste, par rapport à un enseignement d'épistémologie et d'histoire des sciences, puis de proposer quelques réflexions relatives à la manière de réaliser cet enseignement.

De manière récurrente a lieu un débat concernant la place de l'histoire des sciences dans la formation scientifique [1, 2, 3]. En réponse à la question posée par M. BERNARD [4] sur l'opportunité d'un tel enseignement, M. SCHEIDECKER-CHEVALLIER et G. LAPORTE [5] montrent la nécessité de considérer deux niveaux : celui de l'histoire des sciences pour la formation des futurs enseignants, chercheurs et ingénieurs scientifiques et celui de l'histoire des sciences pour l'enseignement des sciences physiques dans les lycées et collèges. Leur article met en évidence la complexité de ce deuxième niveau, et ces auteurs estiment qu'une partie des problèmes afférents à ce deuxième niveau sera résolue lorsque des enseignants plus nombreux seront formés à l'histoire des sciences. C'est la conclusion à laquelle arrivent également L. GUILBERT et D. MELOCHE [6], à la suite de leur étude sur l'idée de science chez des enseignants en formation : «Une meilleure compréhension de la part des futurs enseignants des modes de constructions du savoir scientifique et des contingences socio-historiques n'est pas qu'un débat théorique mais éminemment pratique. En effet, le développement d'une autonomie intellectuelle et d'une capacité de recul face aux experts passe par une démystification du "Savoir scientifique", et par conséquent par une vision plus contemporaine de l'épistémologie et de l'histoire des sciences. C'est un enjeu pédagogie, démocratique et éthique».

Récemment encore, en préambule à des aménagements de programmes, il est rappelé de manière officielle [7] que : *«L'aspect historique de ces disciplines [la physique et la chimie] a un contenu culturel exceptionnel qui permet des développements pédagogiques intéressants et surtout motivants ; cela vaut pour la mécanique (Aristote, Galilée, Newton...) comme pour l'électricité ou la structure atomique (Démocrite, Mendeleïev, Bohr...)»*.

Ainsi l'introduction de l'Histoire des Sciences dans l'enseignement de la Physique ou de la Chimie fait l'objet d'un consensus suffisamment fort pour que l'on s'intéresse à la manière de réaliser cette introduction et à la formation des enseignants chargés de la réaliser.

Dans cet article, nous présentons d'abord quelques attentes, vis-à-vis d'une formation à l'épistémologie et à l'histoire des sciences, de professeurs en formation initiale (stagiaires de deuxième année d'IUFM enseignant les sciences physiques), ainsi que celles de professeurs en poste depuis de nombreuses années. Ensuite nous proposons une orientation à ce que pourrait être une telle formation.

1. QUELQUES ATTENTES D'ENSEIGNANTS STAGIAIRES OU TITULAIRES

Nous avons fait passer un questionnaire (reproduit en annexe) auprès de trente-huit professeurs stagiaires de l'IUFM de l'académie de Montpellier et de trente-trois professeurs titulaires. Notre travail, étant donné la taille des échantillons, doit être considéré davantage comme un sondage que comme une enquête. Il est important de noter qu'il s'agit d'attentes puisque plus de 90 % d'entre eux n'ont jamais reçu d'enseignement de ce type. Les réponses sont donc significatives de leurs représentations.

Notre questionnaire portait sur trois thèmes :

- leurs souvenirs d'un enseignement d'épistémologie et/ou d'histoire des sciences ;
- leurs attentes actuelles par rapports à un tel enseignement ;
- leur caractérisation de la démarche scientifique.

1.1. Les réponses des professeurs stagiaires

Parmi les trente-huit stagiaires interrogés, seulement trois ont déjà suivi un enseignement d'histoire des sciences, deux en DEUG, l'autre en classes préparatoires comme enseignement préalable à chaque leçon nouvelle. Pour ceux (une moitié) qui se souviennent d'avoir eu un cours d'épistémologie pendant l'enseignement de philosophie en terminale, ils n'en ont pas retenu grand-chose, d'autant plus que certains avouent : *«à l'époque, ça ne m'intéressait pas beaucoup»*.

Trois d'entre eux ne sont pas intéressés par un enseignement d'histoire des sciences *«parce que c'est de l'histoire»*. Quant aux autres, cela va de *«assez peu, juste par curiosité»* à *«c'est une formation culturelle absolument indispensable pour un professeur de sciences car cela lui permet de comprendre l'évolution des idées, des mentalités depuis l'antiquité jusqu'à nos jours»*. D'une formation à l'histoire des sciences, ils ont une attente assez utilitariste. En effet, ils souhaitent pouvoir réinvestir les connaissances acquises en histoire des sciences pour, majoritairement *«intéresser les élèves en leur racontant des anecdotes»*, puis pour *«donner des repères chronologiques»*, *«expliquer aux élèves la démarche scientifique suivie pour aboutir aux résultats connus actuellement, montrer les difficultés rencontrées...»* et pour certains *«montrer que beaucoup de découvertes ont été le fruit du hasard ou faites par erreur et que ça peut continuer aujourd'hui»*.

Ils considèrent les instructions officielles [8] concernant l'histoire des sciences dans les programmes de sciences physiques plus comme une incitation que comme une obligation car d'une part *«il est facile de faire des sciences sans en connaître l'histoire»* et d'autre part *«l'idée d'introduire de l'histoire des sciences dans un cours de science n'est pas spontanée»*. Cependant, comme l'indique l'un d'entre eux : *«n'ayant pas les connaissances suffisantes en histoire des sciences pour en faire une transposition simple et fidèle à mes élèves, je considère ces instructions comme une contrainte»*.

L'un de ceux qui ont suivi un enseignement d'histoire des sciences perçoit que finalement cette dernière conjuguée avec l'épistémologie doit permettre à l'enseignant de parler de science de manière plus qualitative, de donner du sens : *«souvent on assimile les sciences à des équations, des formules ou des modèles sans comprendre la nécessité de chacun de ces éléments, c'est trop sec ; avec l'histoire des sciences et l'épistémologie on peut dire ce qu'il y a derrière»*.

Dans la liste des enseignements proposés, ils privilégient très largement : *«une présentation d'expériences essentielles à l'interprétation du monde»*, puis *«une introduction à la découverte des grands principes de la physique»* et *«une présentation de savants connus et d'anecdotes à leur propos»*. Ils ne sont a priori que très peu intéressés par : *«une introduction à la philosophie des sciences»*, ce que traduit la remarque suivante d'un stagiaire : *«étant d'une ignorance "crasse" en épistémologie, je suis preneur d'un enseignement, mais que ce ne soit pas trop philosophique»*.

Enfin le fait que pour pratiquement tous, *«la démarche scientifique est basée sur l'observation»* confirme cette vision très inductivo-empiriste de la science déjà signalée par ailleurs [6] chez les enseignants en formation. Mais ils sont gênés pour généraliser cela à toute activité scientifique car *«un certain nombre de phénomènes physiques sont difficilement observables»*.

1.2. Les réponses des professeurs titulaires

Sur les trente-trois professeurs de sciences physiques, en poste dans l'académie de Montpellier, interrogés, cinq ont eu un enseignement d'épistémologie ou d'histoire des sciences, soit pendant leur cursus universitaire (trois), soit après (un en DEA, l'autre en licence de sciences de l'éducation).

Ceux qui se rappellent avoir eu un enseignement d'épistémologie au lycée sont peu nombreux et aujourd'hui, il ne leur reste de cet enseignement que de vagues souvenirs (par exemple *«le nécessaire doute scientifique»* ou bien des *«livres de vulgarisation écrits par des savants»*) ; certains avouent : *«je n'en ai pas à l'époque saisi toute la portée»*.

Ils considèrent tous, sans exception, que la formation à l'épistémologie et à l'histoire des sciences doit commencer *«à l'université, dès le premier cycle»* car *«on est plus disponible»* et *«cela permettrait d'effectuer de bonne heure des synthèses dans chaque domaine de la physique»*.

Mais ensuite ils sont d'accord dans leur grande majorité pour ne reprendre cette formation qu'après quelques années d'enseignement *«quand le métier est rentré et que l'on cherche une formation complémentaire»* car *«une fois acquise une certaine expérience pédagogique, on doit pouvoir évaluer l'impact de ces notions sur les élèves»*.

Si la possibilité leur est offerte de suivre un stage de formation continue en épistémologie et histoire des sciences, ils souhaitent pouvoir *«combler de déplorables lacunes»* mais ils demandent comme l'un d'entre eux le précise : *«qu'on se mette à ma portée et que cela, pour des raisons de vocabulaire, ne ressemble pas à une langue étrangère»*. De toute façon, *«un enseignement d'épistémologie devrait avoir lieu plusieurs fois dans une carrière, car il n'est pas sûr qu'il soit très efficace en début»*.

Les plus nombreux souhaitent que cet enseignement soit *«une source d'enrichissement personnel»* par une *«approche de l'évolution des idées scientifiques, en en montrant la complexité, le lien à la société du moment et la place dans l'histoire»*. *«Cela permet une ouverture d'esprit que nos études scientifiques n'ont guère favorisée»*. Mais toujours l'idée d'un réinvestissement possible en classe est prégnante : *«je souhaite à titre personnel enrichir mes connaissances dans ce domaine et avoir une idée précise de la chronologie des progrès de la science (savoir ce qu'on savait à une époque, mais surtout savoir ce qu'on ne savait pas) afin de compléter l'étude en classe d'un phénomène expérimental par son contexte historique»*.

Ainsi, ils attendent plus *«une présentation de savants connus et d'anecdotes à leur propos»* qu'*«une vue d'ensemble synthétique sur l'évolution au cours du temps des connaissances scientifiques»*.

S'ils s'intéressent actuellement à l'histoire des sciences, c'est pour des motifs assez différents de ceux des stagiaires.

Pour certains *«les mêmes obstacles épistémologiques se rencontrent souvent dans l'histoire des sciences et dans l'apprentissage (par exemple les difficultés à accepter la loi d'Avogadro par les savants de l'époque et par les élèves d'aujourd'hui)»*. Cela permet de *«mettre en évidence la longue gestation des principes physiques. Ce que l'on enseigne parfois avec rapidité aux élèves n'est pas arrivé si vite dans la tête des savants»*. Il faut *«mettre les jeunes au contact de la création scientifique»*, *«leur montrer que parfois se produisent de brusques sauts qualitatifs dans la connaissance»*.

Pour d'autres enseignants, les élèves sont *«très attentifs lorsque en introduction d'un cours, on brosse une évolution historique du concept dont on va parler»*. Cela leur montre *«que les modèles scientifiques évoluent»*, *«que la vérité même en science est toujours relative à une époque, un lieu, une culture, une civilisation et par là c'est une façon pour eux d'apprendre la modestie et la tolérance»*. Cette approche civique de la science par son histoire vise à *«leur faire comprendre que si chaque génération dispose d'un héritage, rien n'est figé et que l'on a besoin pour avancer de tous les champs de la connaissance»* car *«l'histoire des sciences élargit le champ de la réflexion à de nombreux domaines comme l'histoire, la géographie, la philosophie, l'étude des civilisations, etc.»*. C'est aussi une façon d'en appeler *«aux vertus de l'opiniâtreté»* et éventuellement *«de solliciter des vocations»*.

Concernant la démarche expérimentale, les professeurs titulaires sont beaucoup plus nuancés que les stagiaires et parlent en général d'aller-retour entre théorie et expérience : *«Je ne vois pas du tout la nécessité d'opposer théorie et expérience. Les deux se nourrissent mutuellement. Il ne faut pas oublier que si on avait fondé la mécanique uniquement sur l'expérience, on aurait eu du mal à trouver le principe de l'inertie, ou le mouvement des planètes autour du Soleil»*. Cependant en général l'observation a leur préférence comme point de départ : *«La démarche expérimentale découle de l'observation de phénomènes qui nous entourent et qui nous font poser des questions auxquelles on essaye ensuite de répondre en formulant des hypothèses que l'on va s'efforcer de vérifier expérimentalement»*. Mais *«une telle démarche n'est pas toujours envisageable et il a fallu sans doute développer des théories que l'expérimentation a confirmées ou infirmées pour que les sciences puissent progresser»*.

Dans l'enseignement, le plus souvent *«la démarche expérimentale est basée sur la vérification d'une théorie pour pouvoir cibler les expériences à faire»*.

Au titre des restrictions, nombreux sont ceux qui mentionnent que *«les programmes sont trop chargés pour aborder vraiment l'aspect historique»* et avouent avoir des

difficultés à le faire *«par manque de connaissances simples à transmettre aux élèves»*. S'il est vrai qu' *«il est plus satisfaisant d'étudier une loi dans son contexte historique (lorsqu'on possède suffisamment de repères)»*, le fait que *«ces notions soient peu utilisées aux examens n'incite pas à y consacrer beaucoup de temps»*.

Parmi ces réticences, l'un d'entre eux soulève le problème lié aux confusions résultant de l'analyse de théories erronées : *«dans l'histoire du modèle atomique lorsqu'on détaille et approfondit les erreurs commises dans le passé, à la fin de la séance, les collégiens ne savent plus ce qui est exact et ce qui ne l'est pas»*.

2. ANALYSE DES RÉPONSES*

Ces réponses montrent que non seulement il y a une attente de la part des enseignants, mais encore plus, nous semble-t-il, la nécessité d'une formation à l'épistémologie et à l'histoire des sciences.

En effet, ce que certains souhaitent correspond à un saupoudrage, ou à une cerise d'épistémologie et d'histoire des sciences sur leur gâteau d'enseignement, mais surtout leur vision de ces domaines est semblable à celle qu'ils ont de la science elle-même, à savoir qu'elle est objective, neutre, méthodique, prouvée [6]. Tout ceci est cohérent. Un enseignement inductiviste s'inscrit parfaitement dans ce cadre, la méthode (une expérience imposée qui permet de vérifier des hypothèses) débouche systématiquement sur la réponse correcte. Généraliser cette méthode entraîne l'impression d'objectivité, l'expérience étant l'élément de preuve et bien que cette méthode exclut toute interrogation ou doute, elle semble parfaitement constituée, elle est autosuffisante. Dans un tel contexte, l'histoire n'est qu'un apport culturel indépendant de l'élaboration de la théorie scientifique, il est alors naturel de l'envisager en termes de repérages et anecdotes.

Bien entendu, on ne peut s'empêcher de rapprocher cela de la façon dont est traitée l'histoire des sciences dans les manuels d'enseignement. Et ces derniers suivent finalement les conseils généraux qui prévalaient dans les programmes de sciences physiques, au début du siècle [9] : *«...La recommandation faite au professeur de ne pas se préoccuper de l'ordre historique dans l'exposé d'une question n'implique pas, tant s'en faut, l'oubli des grands noms qui ont illustré la science. A l'occasion et sous forme de digression, il fera connaître la vie de quelques grands hommes (Galilée, Descartes, Pascal, Newton, Lavoisier, Ampère, Fresnel, etc.), en faisant ressortir l'importance de leurs*

* Nous n'avons pas donné dans cet article des pourcentages de réponses à notre questionnaire car cela n'aurait pas ajouté grand chose à nos intentions.

travaux, mais surtout la grandeur morale de leur dévouement à la science ; on l'engage à donner aux élèves lecture de quelques pages caractéristiques de leurs œuvres».

A ne parler que des réussites, que des avancées significatives et en personnalisant ces dernières, on accentue cette idée de science avançant par bonds sous l'impulsion de génies, indépendamment du contexte de l'époque.

Indépendamment d'un style volontiers provocateur, P. FEYERABEND [10] critique ces représentations en précisant la nature et l'intérêt de l'histoire des sciences : *«Mais l'histoire des sciences, après tout, ne consiste pas uniquement dans les faits et les conclusions qu'on en tire. Elle contient aussi des idées, des interprétations de faits, des problèmes créés par des interprétations antagonistes, des erreurs et ainsi de suite. Nous découvrons même, par des analyses plus serrées, que la science ne connaît pas un seul "fait brut", mais que les "faits" qui entrent dans nos connaissances sont déjà considérés sous un certain angle, et sont, par conséquent, essentiellement spéculatifs. Ce point étant acquis, l'histoire des sciences sera aussi complexe, chaotique, pleines d'erreurs et divertissante que le seront les idées qu'elle contient ; et ces idées à leur tour seront aussi complexes, chaotiques, pleines d'erreurs et divertissantes que les esprits qui les auront inventées. Réciproquement, un léger lavage de cerveau réussira sans peine à rendre l'histoire de la science plus terne, plus simple, plus uniforme, plus "objective" et plus prête à se soumettre à des règles strictes et immuables. L'éducation scientifique que nous connaissons aujourd'hui a précisément ce dernier but. Elle simplifie "la science" en simplifiant ses éléments».*

3. PROPOSITIONS

Pour certains thèmes nous ne voyons aucun inconvénient à ce que l'introduction de l'histoire des sciences puisse consister à adopter un point de vue chronologique permettant d'établir des repères, décrire des expériences, citer d'éventuelles anecdotes... Cette histoire descriptive, intervient alors comme une étude indépendante, utile mais pas indispensable, elle permet de créer des rythmes dans le cours et participe à l'apport de culture scientifique.

Mais pour nous l'histoire des sciences n'est pas seulement de l'histoire, elle est indissociable de l'épistémologie des sciences et une partie du travail de l'historien des sciences consiste à analyser le phénomène pour le phénomène (aspect scientifique du travail), au sein d'un contexte (aspect historique du travail) et de le critiquer dans ce contexte mais également, en regard d'une vision contemporaine (aspect épistémologique). Ces différents aspects nous semblent indissociables.

Ainsi, dans le cadre d'un enseignement scientifique, l'épistémologie et l'histoire des sciences doivent être considérées comme participant à un processus constructiviste d'apprentissage, c'est-à-dire que ce qui est «connu» ne peut être le résultat d'une réception passive, mais constitue au contraire le produit de l'activité d'un sujet [11]. En mettant clairement en évidence le processus hypothético-déductif à l'œuvre dans la recherche scientifique, il ne s'agit plus alors de décrire mais d'analyser un phénomène (rôle des représentations, hypothèses formulées, testées et non pas vérifiées...). Le cheminement n'est pas nécessairement chronologique ; il est centré sur les différents obstacles rencontrés, sur les hypothèses retenues ou non, etc. et doit aboutir à la formulation de problèmes sous forme scientifique [12]. Dans le cadre d'expériences réalisées en classe dans ce but, les difficultés à mettre les élèves en situation de recherche ont été analysées par G. ROHAU [13].

D'une manière générale, pour J.-L. MARTINAND [14], trois conditions doivent être remplies pour articuler une approche du sens historique et une initiation aux connaissances opératoires :

- la modification des fins mises en avant selon trois orientations : «...
 - *Il s'agit que les élèves puissent mesurer leurs progrès aux obstacles franchis dans le passé par la communauté scientifique [...] ;*
 - *Il s'agit d'inscrire l'acculturation scientifique dans une approche d'ensemble des relations Sciences / Techniques / Structures et Évolutions sociales [...] ;*
 - *Il s'agit enfin de promouvoir l'appropriation de la science comme une aventure humaine, et pas seulement comme l'acquisition de connaissances théoriques et instrumentales [...]» ;*
- un changement de la conception des activités des élèves. «A côté des cours, des exercices, des travaux pratiques, il faut accepter des activités de documentation, avec une place significative et une fonction fondamentale. Il s'agit de considérer la science comme objet de communication [...]» ;
- et «la mise à disposition d'outils documentaires pertinents [...]».

Pour nous, ceci signifie que épistémologie et histoire des sciences ne peuvent être prises en considération dans l'enseignement qu'en liaison avec la didactique, que G. BROUSSEAU définit comme la théorie des conditions de création et de diffusion d'un savoir donné.

Il précise [15] : «*La Didactique étudie la façon dont les connaissances sont créées, communiquées et employées pour la satisfaction des besoins des hommes vivant en société, et plus particulièrement :*

- *d'une part les opérations essentielles de la diffusion des connaissances (théorie des situations didactiques), les conditions de leur existence et de leur diffusion (l'écologie des savoirs) et les transformations que cette diffusion produit, aussi bien sur ces connaissances (transposition didactique) que sur leurs utilisateurs (apprentissage, rapport au savoir) ;*
- *d'autre part les institutions et les activités ayant pour objet de faciliter ces opérations.*

Dans cette perspective, évoquer l'histoire d'une théorie qui s'avérera ensuite fausse ne doit pas apporter de confusions, cela doit au contraire participer à l'établissement des concepts. Un exemple proposé par MENDOZA et cité par N. HULIN [2] peut illustrer notre propos.

Il écrit : «*[...] But the trouble is that if you really want to present some new development in physics (say, the equivalence of heat and energy) then to do the job properly you must present incorrect theories and show how they were almost correct (for example, the brilliant achievements of the caloric theory). Now if you are going to teach incorrect equations (for example, the conservation of heat, $dQ = 0$ and all the differential relations which follow) from that many students remember the wrong equations and do not remember the correct ones. If on the other hand you do not present the incorrect theories in a detailed fashion (for example you present the caloric theory purely qualitatively) then you make a mockery of history, and imply that two generations of brilliant physicists (Laplace, Poisson, Sadi Carnot and Clapeyron, among others) were fools who did not see the obvious, and were content with qualitative arguments. This kind of history is one which is usually taught (Rumford 1796, then Joule 1847 and nothing happened in between). But it does have the merit that you do not teach students incorrect facts*» [16].

Le problème soulevé par MENDOZA relatif à une confusion entre résultats corrects ou non doit être considéré. En effet, ici, le passage direct de $dQ = 0$ à $dE = 0$ peut certainement entraîner des confusions entre ces deux équations. Plus encore, des confusions peuvent intervenir au niveau de l'appréhension de formules, de modèles, etc. comme le redoute l'enseignant cité plus haut.

Cependant, d'une façon analogue à celle de P. FILLON [17] à propos de l'électricité, il est possible de montrer aux élèves que la nature de la chaleur leur pose autant de

difficultés de conceptualisation [18, 19], que cela a pu poser de problèmes aux scientifiques qui s'y sont intéressés*.

Une démarche possible ensuite consiste à considérer que c'est une nature substantielle (d'abord le «phlogistique» puis le «calorique») qui a été envisagée dans un premier temps, et comme conséquence que la «matière chaleur» se propage mais que globalement sa quantité reste constante d'où $dQ = 0$. En leur faisant analyser cette hypothèse, on introduit la conception «mécaniste» qui s'oppose à cela. Notamment les travaux de Rumford qui montre qu'une même quantité de mercure portée à des températures différentes garde une même masse [22] et que la source de la chaleur provoquée par le frottement apparaît de façon évidente comme inépuisable. Il propose une interprétation mécaniste de la chaleur axée sur le mouvement d'agitation thermique des particules constitutives de la matière [23].

On peut interpréter les expériences de Joule comme une mesure de la chaleur produite par le frottement et demander aux apprenants ce qu'ils pensent de cette hypothèse. Le but est de leur faire reconstruire le fait que la chaleur n'est qu'une forme de travail mécanique. Lors d'un changement, la chaleur sert à produire du travail ou le travail de la chaleur mais tout ce qui est perdu sous une forme se retrouve sous l'autre forme. Dans ces conditions, il est impossible d'obtenir $dQ = 0$ et c'est l'ensemble constitué par $Q + W$ qui se conserve.

Bien entendu cette progression présentée ici de manière rapide et incomplète n'a pour but que d'attirer l'attention, à partir d'un exemple (ou plutôt d'une réponse aux propos de MENDOZA), sur la possibilité de placer les élèves en situation d'utiliser ce que nous appelons aujourd'hui la «méthodologie scientifique», autrement qu'à travers des exercices [12] ou des manipulations expérimentales [24]. Pour certaines leçons, le débat scientifique dans la classe [25] à partir d'hypothèses formulées par des savants des siècles passés ne peut être que formateur.

CONCLUSION

Il a déjà été mis en évidence que ces liens que nous préconisons entre didactique, épistémologie et histoire des sciences ne sont pas faciles à tisser [26]. Cela est dû à la diversité des champs concernés, d'où il s'en suit, entre autres, un manque de langage commun.

* Il ne s'agit pas toutefois d'analyser les raisonnements des étudiants à la lumière de théories anciennes [20], procédures dont SALTIEL et VIENNOT ont montré le peu de bien fondé dans le domaine de la mécanique [21].

Dans le cadre de la formation initiale ou continuée des maîtres, la mise en place d'enseignements d'épistémologie et d'histoire des sciences est un véritable défi car ils doivent non seulement prendre en compte les attentes utilitaristes des formés mais également proposer un enseignement qui, parce qu'intégré dans le contexte de la pensée scientifique, prend tout son sens.

C'est un défi car comme le mentionnait un des professeurs interrogés : *«on ne peut obliger les enseignants à convaincre les élèves de l'intérêt de l'histoire des sciences, si eux-mêmes n'en sont pas réellement convaincus»*, mais, c'est un défi que des équipes associant didacticiens, épistémologues et historiens des sciences sont, à notre avis, susceptibles de relever.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. SADOUD-GOUPIL et N. HULIN : *«A propos des Journées sur l'enseignement de l'histoire des sciences dans les cursus scientifiques»* - Bulletin de l'Union des Physiciens n° 632, mars 1981, pp. 879-881.
- [2] N. HULIN : *«Histoire des sciences et enseignement scientifique. Quels rapports ? Un bilan XIX^e - XX^e siècles»* - Bulletin de l'Union des Physiciens, vol. 90, n° 786, juil./août/sept. 1996, pp. 1201-1243.
- [3] D. FAUQUE : *«La dimension historique dans l'enseignement scientifique secondaire en France»* - Bulletin de l'Union des Physiciens, vol. 92, n° 803, avril 1998, pp. 623-636.
- [4] M. BERNARD : *«L'histoire dans l'enseignement des sciences physiques»* - Bulletin de l'Union des Physiciens, vol. 90, n° 796, juil./août/sept. 1997, pp. 1433-1436.
- [5] M. SCHEIDECKER-CHEVALLIER et G. LAPORTE : *«A propos du débat sur "l'histoire dans l'enseignement des sciences physiques"»* - Bulletin de l'Union des Physiciens, vol. 92, n° 803, avril 1998, pp. 637-639.
- [6] L. GUILBERT et D. MELOCHE : *«L'idée de science chez des enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ?»* - Didaskalia n° 2, 1993, pp. 7-30.
- [7] Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale, Hors-Série n° 12 du 29 octobre 1998.
- [8] Dans les principes directeurs de l'enseignement de la physique et de la chimie au collège et au lycée, rappelés avant la présentation de chaque programme (par exemple Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale n° 31 du 30 juillet 1992, p. 2088), il est explicitement mentionné dans les objectifs généraux : *«6. L'enseignement doit faire ressortir que la physique est un élément de culture essentiel en montrant que le monde est intelligible et que l'extraordinaire richesse et complexité de la nature et de la technique constituent une représentation cohérente de*

l'univers. Dans cet esprit, il doit faire appel à la dimension historique de l'évolution des idées en physique quelle que soit la classe...».

Dans le Bulletin Officiel n° 3 du 16 février 1995, pour les classes de terminale S, à la rubrique contenus on lit page 10 : «1.1.1. Des lois empiriques de Képler à la modélisation de Newton ; la loi de gravitation universelle». Aspects historiques (Ptolémée, Copernic, Tycho-Brahé et Képler, Galilée).

- [9] Conseils généraux pour l'enseignement de la physique en terminale de «Mathématiques» - Bulletin Administratif, 2, tome 71, 1902.
- [10] P. FEYERABEND : «*Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*» - Paris : Points sciences, Seuil, 1979, p. 15.
- [11] P. WATZLAWICK : «*L'invention de la réalité. Contributions au constructivisme*» - Paris, Seuil, 1988.
- [12] D. GIL PEREZ, J. MARTINEZ-TORREGROSA et F. SENENT PEREZ : «*La résolution de problèmes comme activité de recherche : un instrument de changement conceptuel et méthodologique*» - Petit x, n° 14-15, 1987, pp. 25-38.
- [13] G. ROHAU : «*Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences*» - Aster n° 5 : Didactique et histoire des sciences - Paris, INRP, 1987, pp. 49-70.
- [14] J.-L. MARTINAND : «*Histoire et didactique de la physique et de la chimie : quelles relations ?*» - Didaskalia n° 2, 1993, pp. 89-99.
- [15] G. BROUSSEAU : «*Documents polycopiés*» - DEA de Didactique des disciplines scientifiques, Bordeaux, Toulouse, Montpellier, 1992.
- [16] E. MENDOZA cité par N. HULIN [réf. 2] :

Nous proposons comme traduction : «le problème vient de ce que si on veut vraiment présenter à ses étudiants un quelconque chapitre nouveau en physique (par exemple, l'équivalent mécanique de la chaleur), alors pour effectuer ce travail correctement on doit présenter des théories incorrectes et montrer comment elles étaient presque correctes (par exemple les brillantes réussites de la théorie du calorique). Maintenant si on va jusqu'à enseigner des équations incorrectes (par exemple, la conservation de la chaleur, $dQ = 0$ et toutes les équations différentielles qui s'en suivent), la plupart des étudiants retiendront les équations incorrectes et ne retiendront pas celles qui sont correctes. Si d'un autre côté on ne présente pas de manière détaillée les théories incorrectes (par exemple en présentant la théorie du calorique de façon purement qualitative) alors il s'agit d'une parodie d'histoire. Cela implique que deux générations de physiciens brillants (Laplace, Poisson, Sadi Carnot et Clapeyron entre autres) étaient des imbéciles pour n'avoir pas vu l'évidence et pour s'accommoder d'arguments purement qualitatifs. Cette espèce d'histoire est une de celles habituellement enseignée (Rumford 1796, puis

Joule 1847 et rien qui se passe entre les deux). Mais cela a au moins le mérite de ne pas enseigner des choses fausses aux étudiants».

- [17] P. FILLON : «*Histoire des sciences et réflexion épistémologique des élèves*» - Aster n° 12 : L'élève épistémologue - Paris, INRP, 1991, pp. 91-120.
- [18] A. TIBERGHEN : Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de température et chaleur pour des élèves de dix à seize ans - In Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international - La Londe les Maures, 1984, Éditions du CNRS, pp. 55-75.
- [19] S. ROZIER : «*Le raisonnement linéaire causal en thermodynamique classique élémentaire*» - Thèse de doctorat, Université Paris 7, 1988.
- [20] M. McCLOSKEY : «*L'intuition en physique*» - Pour la Science, juin 1983, pp. 68-76. Dans cet article, l'auteur compare les raisonnements des étudiants à propos du mouvement des corps à des théories anciennes, notamment celle de l'impetus de Buridan ; il en déduit que certains étudiants seraient aristotéliens, d'autres prégaliléens.
- [21] E. SALTIEL & L. VIENNOT : «*What do we learn from similarities between historical ideas and the spontaneous reasoning students ?*» - In P. Linjse (Ed.) The many faces of teaching and learning mechanics - Utrecht, GIREP/SVO/UNESCO, 1984.
- [22] F. HALWACHS : «*Structure de la matière enseignée et développement conceptuel*» - Revue Française de Pédagogie, n° 45, octobre-novembre-décembre 1978 - Paris, INRP, pp. 33-36.
- [23] J. ROSMORDUC et al. : «*Histoire de la physique*», tome 1 : La formation de la physique classique - Paris, Lavoisier, Tec et Doc. 1987, pp. 163-184.
- [24] G. ROBARDET : «*Utiliser des situations problèmes pour enseigner les sciences physiques*» - Petit x, n° 23, 1989, pp. 61-70.
- [25] S. JOHSUA et J.-J. DUPIN : «*Représentations et modélisations : le "débat scientifique" dans la classe et l'apprentissage de la physique*» - Berne, Peter Lang, 1989.
- [26] Didactique et histoire des sciences - Revue Aster n° 5, Paris, INRP, 1987.

Annexe

Texte du questionnaire. Les espaces, entre chaque question, prévus pour les réponses, ont été supprimés.

1 - Vous intéressez-vous à l'Histoire des sciences ?

Oui	Non
-----	-----

Pourquoi ?

2 - Avez-vous déjà suivi un enseignement d'Histoire des sciences ?

Oui	Non
-----	-----

Si oui, dans quelles circonstances ? à quel moment de votre cursus ?

Si non, à quel moment de votre cursus auriez-vous souhaité suivre un tel enseignement ?

Pourquoi ?

3 - Vous souvenez-vous d'avoir eu en classe de terminale pendant les cours de philosophie, un enseignement de philosophie des sciences (épistémologie) ?

Oui	Non
-----	-----

Vous en reste-t-il quelque chose ?

4 - Pensez-vous que l'Histoire des Sciences puisse enrichir votre enseignement ?

Non, pourquoi ?

Oui, pourquoi ?

Exemples :

☞ pour préparer vos cours (par exemple parler des difficultés rencontrées, des erreurs commises par les savants, ...)
☞ pour intéresser vos élèves par des anecdotes
☞ pour donner des repères chronologiques
☞ autre, préciser

5 - Considérez-vous les instructions officielles concernant l'Histoire des Sciences dans les programmes de sciences physiques comme une contrainte ou comme une incitation.

Pourquoi ?

6 - Si maintenant, vous aviez la possibilité de suivre un enseignement d'Épistémologie et d'Histoire des sciences, qu'en attendriez-vous de manière générale ?

7 - Si on vous proposait des enseignements sur les points suivants, indiquez en entourant la lettre correspondant à votre choix ceux qui vous intéresseraient le plus (lettre A), ceux qui vous ne intéresseraient pas du tout (lettre C) et ceux pour lesquels ils vous semblent difficile de vous faire une opinion (lettre B) :

☞ une introduction à la philosophie des sciences pour votre culture générale (idéisme, empirisme, qu'est-ce qu'un fait scientifique ? ...)	A	B	C
☞ une introduction à la philosophie des sciences appliquée à l'enseignement (non objectivité de la science enseignée, inductivisme,...)	A	B	C
☞ une restitution des moments clés de l'Histoire des sciences dans la perspective de l'Histoire au sens usuel de ce dernier terme	A	B	C
☞ une présentation de savants connus et d'anecdotes à leur propos	A	B	C
☞ une introduction à la découverte des grands principes de la physique	A	B	C
☞ une présentation d'expériences essentielles à l'interprétation du monde	A	B	C
☞ une Histoire des techniques	A	B	C
☞ une introduction à la philosophie de la science en train de se faire	A	B	C

8 - Comment caractériseriez-vous la démarche expérimentale ?

- sous la forme : Observation, Hypothèse, Expérimentation, Résultats, Interprétation, Conclusion ;
- sous la forme : Théorie, Hypothèse, Expérimentation, Résultats, Interprétation, Conclusion ;
- ou sous une autre forme à préciser.

Pourquoi ?

Peut-on généraliser cette démarche expérimentale à toute activité scientifique ?

9 - Autres remarques, commentaires... (éventuellement sur ce questionnaire)