
Bulletin de l'Union des Physiciens

Association des professeurs de Physique et de Chimie

Histoire des sciences et Enseignement scientifique *Quels rapports ? Un bilan XIX^e - XX^e siècles*

par Nicole HULIN
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)
et Centre Alexandre Koyré - 75005 Paris

RÉSUMÉ

Le problème complexe des rapports de l'enseignement scientifique et de l'histoire des sciences, périodiquement évoqué, a une histoire, et la prise en compte de cette histoire ne peut qu'enrichir notre réflexion sur le sujet. Aussi l'objectif est ici de faire un bilan sur deux siècles en présentant les recommandations officielles, les tentatives d'introduction dans les cours, les arguments avancés et les critiques, en produisant certains textes caractéristiques et en établissant une documentation bibliographique. Mais au-delà, sera évoqué, au niveau de la formation des enseignants, l'intérêt d'introduire l'analyse historique de l'évolution d'un sujet d'enseignement.

PLAN DE L'ARTICLE***Introduction******Doctorats et agrégations scientifiques au XIX^e siècle :
une place pour l'histoire***

- Le doctorat

- L'agrégation
 - La mesure prise par Victor DURUY
 - Le contenu de l'épreuve
 - La suppression de l'épreuve

***Enseignement secondaire et histoire des sciences :
recommandations, motivations, réalités***

- L'histoire des sciences dans la réforme de 1852 : comment et pourquoi ?
- Le tournant du siècle
- Les orientations retenues dans la réforme de 1902
- Des recommandations à l'application
- La réforme Lagarrigue

***Quelques prises de position : H. BOUASSE, P. LANGEVIN, C. BRUNOLD
et les autres***

- L'analyse critique de Henri BOUASSE
- La voie vers un humanisme scientifique
- Style dogmatique, historique ou de redécouverte ?
- Le cas de la physique. L'élan des années 1970-1980

Conclusion***Annexes******Références bibliographiques******Bibliographie complémentaire***

«[...] on ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en connaît pas l'histoire. Mais cette étude doit être conçue comme entièrement séparée de l'étude propre et dogmatique de la science, sans laquelle même cette histoire ne serait pas intelligible [...]».

A. COMTE, *Cours de philosophie positive*.

INTRODUCTION

Les nouveaux programmes de physique de 1992, élaborés pour les classes de lycées, reprennent, dans leurs objectifs généraux, des orientations déjà présentes, dans les années 1970, dans les travaux de la Commission Lagarrigue avec, par exemple, la recommandation d'inclure «la dimension historique de l'évolution des idées en physique» ou l'affirmation que «cet enseignement ne se limite pas à former de futurs physiciens» mais doit «développer chez l'ensemble des élèves les éléments d'une culture scientifique».

Si on note une *permanence* dans le discours tenu il convient, pour conduire une analyse historique, de repérer les *décalages* ou les *glissements* dans les intentions affirmées [N. Hulin, 1993 et 1996]. En effet, en 1992, l'un des objectifs désormais assignés à l'enseignement est de préparer les élèves à participer aux «choix politiques, économiques, sociaux, voire d'éthique» auxquels doivent procéder nos sociétés en leur fournissant «*un mode d'emploi des sciences et des techniques*». Or cette idée s'est construite dans une réflexion critique de la réforme Lagarrigue que mena Michel Hulin [1985 ; 1988, p. 29] : à la *compétence* scientifique largement partagée doit se substituer la *capacité* à gérer le savoir scientifique.

Par ailleurs, cette incitation à faire usage de l'histoire des sciences - qui est une discipline à part entière - amène à poser le problème du décalage entre les recommandations officielles concernant le cours de physique et le contenu du cursus de formation des enseignants. La préparation d'ouvrages de références ne suffit pas ; le futur enseignant doit acquérir une formation minimum sur l'histoire de la discipline qui correspond à sa spécialité ainsi que sur la méthodologie à mettre en œuvre. Cette initiation, effectuée avec le concours des professionnels de l'histoire des sciences, pourrait avoir lieu au sein d'un module au niveau de la licence, *en dehors du cours* scientifique proprement dit mais *en relation* avec lui. Il s'agirait non seulement de présenter l'évolution des idées mais aussi l'évolution historique des contenus de l'enseignement. Ainsi pourraient être mesurés les décalages entre le

savoir savant et le savoir enseigné ; outre un inévitable décalage dans le temps, apparaîtrait l'adaptation faite pour l'enseignement, car il convient de distinguer clairement, les démarches du savant et du professeur - avec entre les deux d'ailleurs celle du concepteur de programme - ou du «fabricant» et du «débitant» de science, pour reprendre les termes utilisés par Ernest Renan dans *L'Avenir de la science*.

Une mise en perspective historique permet d'approfondir la question du rapport à établir entre l'histoire d'une discipline et son enseignement. Aussi nous analyserons, dans un parcours de deux siècles, les discours tenus sur la place à réserver à l'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique et l'application qui en est faite en centrant plus particulièrement notre intérêt sur le cas de la physique : réémergence périodique de la recommandation d'intégrer l'aspect historique dans le cours, permanence de certains arguments, évolution des objectifs poursuivis, diversité des options retenues.

Appréhender les problèmes avec leur enracinement dans l'histoire permet de déceler des permanences et de pointer des difficultés essentielles. Comme le note C. Falcucci dans sa thèse [1939, p. 551] l'histoire apporte, à tout le moins, une information ; mais elle impose aussi une certaine exigence car elle «n'autorise pas à considérer les problèmes comme inédits, non plus que comme susceptibles de solutions faciles».

DOCTORATS ET AGRÉGATIONS SCIENTIFIQUES AU XIX^e SIÈCLE : UNE PLACE POUR L'HISTOIRE

Le doctorat

Par le statut du 16 février 1810 est précisé le fonctionnement des facultés des sciences établies par le décret du 17 mars 1808 qui organise l'Université impériale. Après avoir rappelé que le professeur doit «suivre» et «étudier les nouvelles découvertes faites dans la science, afin que l'enseignement soit toujours au niveau des connaissances acquises», le statut de 1810 ajoute que «chaque professeur aura soin de faire connaître *l'histoire de la science* qu'il enseignera». Le grade de docteur étant requis des postulants au professorat de faculté, cette exigence historique est intégrée dans le règlement du doctorat de 1848 qui indique que les thèses doivent renfermer «*une histoire complète* des points de la science» dont le candidat s'est occupé [N. Hulin, 1990].

L'intérêt porté à la présence d'une partie historique au sein de la thèse apparaît particulièrement nettement dans les rapports rédigés pour les thèses de sciences mathématiques. Il peut s'agir d'une critique, comme c'est le cas avec la thèse de H. Peslin en 1858 pour laquelle le rapporteur G. Lamé juge que la partie historique «laisse beaucoup à désirer», il peut s'agir aussi d'une louange comme c'est le cas pour la thèse de E. Rouché en 1858, le rapporteur L. Lefebure de Fourcy notant : «Ces thèses ont exigé beaucoup de recherches et elles renferment des citations qui mettent en relief des mémoires, souvent peu connus, de plusieurs géomètres qui ont un nom honoré dans la science». Les pré-rapports avant soutenance sont aussi très éloquents, soit avec l'exigence formulée pour la thèse de l'abbé J.-M. Soufflet, en 1849, par le jury composé de A.-L. Cauchy, C. Sturm et M. Chasles qui indique : «pour conformité aux conditions du programme *doit joindre une partie historique*», soit avec le rejet de la thèse Pouillet, en 1850, compte tenu d'un «*aperçu historique [...] trop incomplet*». Notons que certaines thèses peuvent comporter une importante partie historique comme c'est le cas pour la thèse de sciences physiques de J. Trouessart, en 1854, qui atteint quatre cent quatre-vingt-dix-huit pages alors que la moyenne dans ce domaine des sciences est en général de cinquante à cent pages.

L'agrégation

- *La mesure prise par Victor Duruy*

C'est dans la seconde moitié du XIX^e siècle que l'histoire des sciences fait son apparition aux agrégations scientifiques [N. Hulin, 1983] grâce au ministre Victor Duruy. L'évolution de l'agrégation [N. Hulin, 1992] depuis le début du siècle avait d'abord été marquée en 1840 par une introduction de la spécialisation avec la distinction de deux agrégations scientifiques. Puis, en 1852, avec la réforme Fortoul, qui développait l'enseignement scientifique dans le secondaire, le désir d'une polyvalence des professeurs fait revenir à une agrégation unique en même temps qu'on en réforme les structures (suppression de l'épreuve d'argumentation, «qui mettait sans doute en lumière l'érudition des candidats, la promptitude de leur mémoire et leur habileté à soutenir une thèse, mais qui n'avait qu'un rapport très indirect avec l'art d'enseigner» [C. Jourdain, 1867]).

Mais, en fait, dès 1858 sous le ministère Rouland, on revient à une double agrégation de sciences comme le réclame L. Pasteur dans un rapport adressé au ministre. Une étape supplémentaire est franchie dans

la spécialisation par V. Duruy qui établit en 1869 trois agrégations scientifiques (statut du 27 février). Cependant, faute de candidat, le concours de sciences naturelles n'est pas organisé immédiatement ; le premier concours a lieu en 1881 quand, à la suite de l'instauration du plan d'études de 1880 qui développe la place accordée à l'histoire naturelle, le besoin en enseignants se fait sentir dans cette discipline. Mais, ce qui est important pour notre propos, c'est que V. Duruy en établissant ce nouveau statut, introduit à l'écrit des trois agrégations «*une composition sur une question de méthode et d'histoire*» de la discipline concernée.

Un certain nombre d'éléments permettent de comprendre l'origine de cette mesure novatrice. Tout d'abord, on peut évoquer l'intérêt personnel de V. Duruy qui est un historien ; sous sa direction une société de professeurs et de savants publiera une histoire universelle qui comprend des ouvrages d'histoire des sciences rédigés par le chimiste et vulgarisateur F. Hoefler. Celui-ci écrit [F. Hoefler, 1874] :

«Ce n'est, selon moi, que par l'histoire [...] qu'on arrivera à faciliter ou à populariser l'enseignement des sciences».

Ensuite, lorsqu'on sait l'écoute attentive que prête V. Duruy aux savants dont il s'entoure, on peut penser que le rapport, écrit par L. Pasteur en 1858 [L. Pasteur, 1858] sur «l'utilité de la méthode historique dans l'enseignement scientifique» (cf. encadré 1), a aussi joué un rôle dans la décision. Pour illustrer son propos L. Pasteur prend l'exemple du sujet de chimie du dernier concours d'agrégation et explique que pour le cyanogène et l'acide cyanhydrique les observations de Gay-Lussac (1815) sur ces deux substances doivent être enseignées et connues avant toute autre chose. Enfin V. Duruy, normalien, doit savoir que les élèves scientifiques de l'École normale sont incités à se reporter aux mémoires originaux ; dès la première année H. Sainte-Claire Deville recommande la lecture des mémoires des maîtres, de Lavoisier, de Berthollet, de Gay-Lussac, de Thenard, de Dumas, etc. [D. Gernez, 1895] alors que la troisième année est réservée aux travaux personnels de longue haleine, à la lecture des mémoires originaux et à la méditation sur les méthodes des inventeurs [L. Pasteur, 1858].

Encadré 1

«Je sais que la plupart des découvertes scientifiques peuvent s'énoncer en quelques mots et que leur démonstration ne réclame qu'un petit nombre d'expériences décisives. Mais si l'on cherche à rendre compte de leur origine, si l'on suit avec rigueur leur développement, on est frappé de la lenteur avec laquelle ces découvertes ont pris naissance. On peut dès lors adopter dans leur exposition deux méthodes différentes : l'une qui consiste à énoncer la loi et à la démontrer promptement dans son expression présente sans s'inquiéter de la manière dont elle s'est faite jour ; l'autre, plus historique, rappelle les efforts individuels des principaux inventeurs, adopte de préférence les termes dont ils se sont servis, indique leurs procédés toujours simples, et essaie de reporter par la pensée l'auditeur à l'époque où la découverte a eu lieu. La première méthode voit avant tout le fait, la loi, son utilité pratique. Elle masque aux yeux des jeunes gens la marche lente et progressive de l'esprit humain. Elle les habitue aux révolutions subites de la pensée et à une admiration sans vérité de certains hommes et de certains actes. La seconde illumine l'intelligence. Elle l'élargit, la cultive, la rend apte à produire par elle-même, la façonne à la manière des inventeurs. Elle montre que rien de durable ne se fait sans beaucoup d'efforts. Elle donne à l'esprit des habitudes de modestie, invite la jeunesse au respect de l'autorité et des traditions. Je voudrais voir sa cause servie par la réimpression aux frais des gouvernements des œuvres de tous les savants dont les nations s'honorent».

En fait le «rapport à l'Empereur sur l'enseignement supérieur» du 15 novembre 1868 annonce la mesure de 1869. Si H. Fortoul, dans son rapport à l'Empereur en 1853, évoque : «le goût de l'érudition, cette passion des peuples vieilliss qui préfèrent à l'étude de l'immuable vérité la recherche des formes changeantes qu'elles prend aux diverses époques de l'histoire» [N. Hulin, 1989], V. Duruy a une position bien différente. Dans la première partie de son rapport de 1868, dans une rubrique intitulée «Les épreuves d'érudition rétablies aux concours d'agrégation», il annonce [N. Hulin, 1989] :

«On pourra [...] demander aux candidats pour les agrégations scientifiques des recherches approfondies sur certains faits nouveaux ou quelque point obscur de la théorie, sans oublier l'histoire des sciences qui n'est pas suffisamment connue de nos jeunes savants».

• Le contenu de l'épreuve

Ainsi, en 1869, est introduite au sein des épreuves préparatoires des agrégations scientifiques «une composition sur une question de méthode et d'histoire des sciences», d'une durée de sept heures. Cette épreuve est maintenue en sciences physiques et en sciences naturelles jusqu'en 1885 et en mathématiques jusqu'en 1878. (Rappelons que le premier concours de l'agrégation de sciences naturelles n'est organisé qu'en 1881). Les listes de sujets posés en sciences physiques et en

mathématiques (cf. encadrés 2 et 3) font apparaître une différence disciplinaire, l'aspect historique disparaissant du libellé des sujets au concours de mathématiques dès 1873.

Encadré 2	
1869	Histoire des principales découvertes faites sur le spectre solaire. Indiquer les principales méthodes pour y arriver.
1871	1. De la méthode des oscillations pour la mesure des forces. 2. Exposer les résultats auxquels cette méthode a conduit de Galilée jusqu'à nos jours.
1872	Historique des recherches faites pour déterminer les poids des gaz et des vapeurs. Discussion des procédés employés dans ces recherches.
1873	Exposer l'état des connaissances acquises à la fin du XVIII ^e siècle sur les phénomènes de chaleur rayonnante. Découvertes faites dans cette partie de la science pendant les quinze premières années de ce siècle.
1874	Exposer les méthodes qui ont été employées dans les recherches hygrométriques.
1875	Méthodes thermométriques. Historique. Discussion.
1876	Historique des recherches faites sur l'induction électrique ou électromagnétique. Méthodes employées.
1877	Historique des diverses méthodes employées pour déterminer la densité des vapeurs. Discussion.
1878	Histoire de la découverte et des principaux perfectionnements successifs apportés à la construction des lunettes. Discussion des méthodes employées pour la mesure des angles.
1879	Résumé historique des expériences faites pour étudier l'influence de deux conducteurs isolés dont l'un au moins a été préalablement électrisé. Discussion des méthodes employées dans cette étude.
1880	Histoire des principales recherches photométriques. Décrire et discuter les méthodes employées dans ces recherches.
1881	Historique des études spectrales. Exposé et discussion des procédés employés dans ces études.
1882	Exposé des recherches faites sur la chaleur rayonnante. Méthodes employées dans ces recherches.
1883	Progrès de la science du magnétisme terrestre depuis le XVI ^e siècle.
1884	Invention et perfectionnements successifs des lunettes et télescopes. Méthodes de réglage de ces instruments.
1885	Exposer les principales méthodes employées pour la comparaison des résistances électriques.

Pour le concours de l'agrégation de sciences physiques (cf. encadré 2) on peut noter la variété des périodes soumises à l'étude ainsi que la diversité et la technicité des sujets proposés qui ont pour objet l'histoire des découvertes, des recherches ou des méthodes employées *en physique*. Mais seul l'examen des copies des candidats et du rapport du jury permettrait de juger de la réelle portée de l'épreuve. Cette orientation vers l'histoire se retrouve en 1877 dans le libellé du programme des épreuves orales de physique à la licence ès sciences physiques, avec l'usage du mot «historique» dans l'étude de certaines parties ; on peut ainsi lire :

«[...]

Chaleur rayonnante - Historique

[...]

Magnétisme - Historique

[...]

Condensation de l'électricité - Historique [...]

Électricité dynamique - [...] Historique des découvertes [...]

Action des courants sur les courants - Action de la terre sur les courants - Solénoïdes - Historique de la découverte de ces phénomènes [...]

Induction - Historique [...]

Pour la préparation on peut remarquer que les candidats disposaient de traités qui intégraient la dimension historique et faisaient référence aux mémoires originaux. Ainsi, par exemple, F.-S. Beudant [1815] signale le mémoire de Rumford sur la chaleur de 1804 ou les recherches sur la lumière publiées par J.-B. Biot en 1814 ou bien encore J.-B. Biot [1824] suggère de se reporter au *Traité de l'équilibre des liqueurs* de Pascal. Exposant sa conception d'un traité de physique, G. Lamé affirme, en 1837, dans la préface de son cours de physique à l'École polytechnique :

«[...] considérant la science dans toute son étendue [un traité] devrait comprendre l'histoire des découvertes, de ses applications, et citer tous les savants qui ont plus ou moins accéléré ses progrès».

L'inspecteur général E. Pécelet [1847] manifeste un intérêt semblable quand il explique dans la préface de son traité de physique :

«J'ai mis un soin particulier à citer les savants qui ont contribué à l'avancement de la science : car c'est principalement par les livres destinés à l'enseignement que leurs noms deviennent populaires, et qu'ils reçoivent ainsi la plus noble récompense de leurs travaux».

Cette importance de la prise en compte de la dimension historique est soulignée tout au long du XIX^e siècle. J. Violle [1884] explique :

«Si, dans l'étude de la physique, rien ne supplée le laboratoire, le livre est l'auxiliaire indiquant sur chaque question comment la science s'est faite et où elle en est. Il montre le point de départ, les difficultés de la route, le terrain déjà conquis et les positions à enlever, présente le détail des idées ainsi que celui des faits [...] les hypothèses qui ont guidé les inventeurs [...]»

Et, J. Violle propose une liste d'ouvrages à consulter comprenant des textes de Galilée, Pascal, Newton, Poisson, Lagrange, etc.

Encadré 3	
1869	Exposé historique de la découverte des logarithmes et de la construction des tables. Examen des méthodes employées pour en démontrer les propriétés.
1871	Exposé historique et critique des diverses méthodes qui ont été employées pour déterminer le rapport de la circonférence au diamètre.
1872	Aperçu historique et critique sur l'introduction et sur le rôle des quantités imaginaires en analyse et en géométrie.
1873	Des divers systèmes de coordonnées d'un point en géométrie plane ; leur origine, et leur rôle.
1874	Théorie générale des foyers.
1875	Théorie élémentaire des déterminants : principales applications.
1876	Théorie élémentaire des fractions continues.
1877	Exposer la marche à suivre pour trouver l'équation d'un lieu géométrique, en géométrie plane. Choisir des exemples propres à faire comprendre la méthode et à mettre en évidence les particularités les plus remarquables que l'on peut rencontrer dans cette recherche.
1878	Exposer la marche à suivre pour discuter une courbe dont on connaît l'équation en coordonnées polaires. Donner des exemples. (<i>Nota.</i> On regardera comme connues les formules relatives à la détermination des tangentes, des points d'inflexion et des asymptotes.)

A l'agrégation de mathématiques, l'aspect historique de l'épreuve disparaît donc dès 1873. Un document d'archives [A.N., 1872] permet d'en discerner les raisons. A l'issue d'une réunion tenue à l'École normale supérieure, pour discuter du peu de succès des élèves de la section de mathématiques au concours d'agrégation, et à laquelle participaient le président du jury d'agrégation Mollier et les professeurs de mathématiques de l'École (C. Briot, J.-C. Bouquet, G. Darboux), le

directeur des études scientifiques P.A. Bertin adresse au ministre un compte-rendu :

«Mr Mollier a déclaré qu'il était fort embarrassé pour cette [...] composition et il a proposé d'indiquer six mois à l'avance le sujet dont les candidats devaient étudier le développement historique. Mr Briot s'y est opposé en faisant remarquer que ces études historiques seraient une perte de temps pour les élèves, et il a demandé que cette composition fût supprimée».

• La suppression de l'épreuve

L'épreuve sur une question de méthode et d'histoire des mathématiques est finalement supprimée par l'arrêté du 19 décembre 1878 et remplacée par une composition portant sur certaines parties du programme et désignées six mois à l'avance. Jules Tannery [1891] commentera cette mesure et justifiera l'abandon de l'aspect historique :

«[...] la science est si vaste que son histoire et sa philosophie demandent une étude spéciale, très longue et très difficile, si l'on ne veut point se contenter d'anecdotes ressassées et de truismes niais : cette étude, il était impossible de l'imposer aux candidats à l'agrégation et le caractère de la composition fut rapidement faussé : les membres du jury laissèrent bien vite l'histoire de côté et pendant quelques années se bornèrent à introduire le mot *méthode* dans le texte de l'une des compositions ; les hommes graves, qui présidaient à un examen sérieux, ne pouvaient se plaire longtemps à cette plaisanterie facile : la composition fut transformée, elle dut porter sur une partie déterminée du programme de la licence [...]. Les résultats de cette modeste réforme furent excellents [...]».

Cette décision des mathématiciens ne signifie en rien un désintéret pour les considérations historiques comme en témoigne par exemple un texte où C. Hermite [1881] expose ses thèses sur l'enseignement :

«[...] quelque chose du développement historique de la science doit se trouver dans l'enseignement ; je m'explique. C'est un fait d'expérience absolument certain, que l'erreur a été bien souvent plus utile que les vérités parfaites, pour la marche de l'esprit et les progrès de la science.

[...] l'appareil si complexe de la rigueur moderne, et le caractère abstrait qu'elle revêt, peut n'être pas absolument profitable pour les commençants, ou du moins [...] il est utile de reléguer à la fin, en la réservant pour le couronnement de l'édifice, cette rigueur, qui n'est point toujours *suffisamment instructive* [...] la marche historique étant incontestablement conforme à la nature de notre esprit, nous fournit, je le crois, des indications dont il faut profiter».

Le statut du 29 juillet 1885 supprime l'épreuve aux deux autres agrégations. En sciences naturelles elle est remplacée, au sein des épreuves préparatoires, par une composition portant sur «une question

relative aux méthodes et aux systèmes dans les sciences naturelles». En sciences physiques la composition portant sur un sujet de licence et figurant dans les épreuves définitives va porter sur un programme - défini chaque année - pouvant inclure une référence à des mémoires originaux. Ce sera le cas en 1886, 1893, 1895 et 1897. Le programme peut viser soit à une information sur des travaux récents soit à une incitation à une réflexion historique. Cet aspect historique est présent en 1886 avec les travaux d'Ampère et en 1895 avec les travaux sur les halogènes.

1886 programme en physique

«Les candidats auront à traiter une ou plusieurs questions relatives à l'électrodynamique. Ils devront, par suite, posséder une connaissance approfondie des travaux d'Ampère en cette matière et notamment de son mémoire sur la *Théorie des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience* (Mémoires de l'Académie des sciences - 1823)».

Sujet

«Exposer et discuter, tant au point de vue expérimental qu'au point de vue théorique, la marche qu'a suivie Ampère pour établir la loi fondamentale de l'électrodynamique».

1895 programme en chimie

«Étude historique et critique des travaux qui ont conduit à découvrir le chlore, le brome, l'iode et le fluor, à caractériser ces corps comme éléments et à fixer la nature des substances actuellement désignées sous le nom d'hydracides».

Est jointe une liste de mémoires à consulter, où figurent les noms d'Ampère, Balard, Davy, Gay-Lussac, Thenard, etc.

Sujet

«Quelle idée Gay-Lussac et Thenard se faisaient-ils des corps que nous appelons maintenant acide chlorhydrique et chlore ? Rappeler brièvement les principaux faits sur lesquels ils appuyaient leur manière de voir. Montrer comment ces faits s'interprètent plus simplement en considérant le chlore comme un corps simple. Indiquer quel était le postulat fondamental qui les empêchait d'admettre cette dernière hypothèse».

Pourquoi, dès le concours de 1886, ce choix d'un sujet historique et portant sur les travaux d'Ampère ? Outre la publication récente par Hermann du grand mémoire d'Ampère, la présence au jury de J. Joubert (depuis 1885) permet de comprendre les raisons du choix. En effet, ayant proposé en 1881 que la Société Française de Physique réimprime des mémoires scientifiques, J. Joubert fut chargé de la publication de deux volumes relatifs à l'électrodynamique et comprenant les travaux d'Ampère.

Mais, en 1897, cette épreuve disparaît du concours au moment où est introduite dans les épreuves préparatoires «une composition portant

sur des problèmes et des applications». J. Joubert [1899] indique les motifs de l'abandon de l'épreuve :

«Jusqu'en 1896, il y avait au concours d'agrégation [...] une épreuve qui avait donné à l'origine d'excellents résultats et qu'il a fallu supprimer après une dizaine d'années. On désignait un an à l'avance un grand mémoire [...] que les candidats devaient étudier, et, dans une composition écrite, on leur demandait de commenter ou de discuter quelque point de ce mémoire. Peu à peu, le professeur de faculté s'est substitué au candidat ; il étudiait le mémoire dans une série de conférences, le candidat n'avait plus qu'à recueillir la parole du maître, et beaucoup arrivaient à l'examen sans avoir même regardé le mémoire original. L'épreuve était devenue illusoire et nous l'avons supprimée».

Ainsi l'histoire des sciences a complètement disparu de l'agrégation de sciences physiques à partir du concours de 1898. Compte tenu du développement de la science des choix désormais s'imposent pour ne pas alourdir indûment la préparation au concours, l'accès aux travaux scientifiques présentant en même temps une difficulté croissante. Cette nécessité de choix est soulignée dans l'instruction jointe au programme du concours d'agrégation de 1903 :

«Si l'on veut comprendre toute la physique dans le programme d'agrégation et [...] ne pas imposer [...] une préparation trop longue et trop laborieuse, il faut faire des sacrifices [... On renoncera à] tout ce qui n'est pas essentiel c'est-à-dire à tout ce qui n'est pas nécessaire à la saine et solide compréhension des faits [...] les détails historiques [...]».

Cependant, dans les années 1920-1930, l'histoire des sciences conservent encore une place dans la formation des normaliens physiciens. Marcel Brillouin consacre alors un après-midi par semaine pour étudier des mémoires originaux avec les élèves de troisième année (année du diplôme d'études supérieures, l'agrégation se passant désormais en quatrième année). C'est ainsi que J. Langevin (promotion 1919) travaille sur les œuvres en latin et en italien de Volta, A. Kastler (promotion 1921) fait deux exposés, l'un sur Helmholtz et l'autre sur Hertz, et A. Guinier (promotion 1930) étudie les œuvres de Huygens en latin. Paul Langevin [1931], qui passa l'agrégation en 1897, explique tout l'intérêt du recours aux mémoires originaux :

«Au temps où j'étais élève à l'École normale j'eus à faire une leçon [...] sur l'eau oxygénée [...] j'eus le souci de me reporter aux mémoires de Thenard qui avait découvert l'eau oxygénée. En lisant ces admirables écrits, vieux d'un siècle, dont la langue même est un régal, je m'aperçus que les choses les plus intéressantes, en particulier la manière dont Thenard avait été mis sur la voie de sa découverte et des réflexions très profondes et très actuelles sur le mécanisme de l'oxydation, étaient soigneusement omises dans les renseignements de seconde main qu'on possède généralement».

P. Langevin insiste alors sur la valeur éducative de l'histoire des sciences et «son importance dans la préparation de ceux qui sont appelés à enseigner les sciences».

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET HISTOIRE DES SCIENCES : RECOMMANDATIONS, MOTIVATIONS, RÉALITÉS

Au niveau de l'enseignement secondaire la recommandation de faire usage de l'histoire des sciences apparaît au cœur d'une réflexion sur le développement de l'enseignement scientifique et sur la manière de concevoir des études de sciences physiques. Le rapport rédigé par J.-B. Dumas en 1847 [N. Hulin, 1989] et concernant l'organisation de l'enseignement scientifique avance un certain nombre d'idées qui sont reprises au moment de la réforme de la bifurcation des études, établie en 1852 par le ministre H. Fortoul sous le Second Empire. Parmi ces idées se trouve celle de fonder les études de sciences physiques «sur une exposition de la marche même des découvertes ou des inventions», avec une justification réminiscente de A. Clairaut :

«En apprenant comment on invente, [l'étude des sciences] donne à chacun le moyen et l'espoir d'inventer au besoin» [Dumas, 1847].

«[...] les Commençants aperçoivent à chaque pas qu'on leur fait faire, la raison qui détermine l'inventeur, et par là ils peuvent acquérir plus facilement l'esprit d'invention» [Clairaut, 1753].

L'histoire des sciences dans la réforme de 1852 : comment et pourquoi?

Au moment de la réforme de 1852 [N. Hulin, 1989] les programmes élaborés pour la division des lettres comprennent des «notions scientifiques appropriées aux élèves de la section littéraire» et intègrent la «lecture de morceaux choisis dans les auteurs classiques qui ont écrit sur les sciences». Les instructions de 1854 concernant l'enseignement des sciences physiques, rédigées par J.-B. Dumas, insistent sur la place à réserver à l'histoire des sciences pour les deux divisions des lettres et des sciences.

Pour la section des sciences il est recommandé, lors de l'exposé d'un sujet d'intérêt général, d'en résumer l'histoire et de rendre «ainsi familière la *logique des inventeurs*» mais aussi d'apprendre aux élèves «à connaître et à *vénération les noms des hommes illustres qui ont créé la science*». Il est ainsi suggéré «aux professeurs de physique de commencer l'exposition de toutes les grandes théories par un précis

historique très fidèle, et, au besoin, par l'*exacte reproduction de l'expérience*, d'où l'inventeur est parti». Mais l'étude des textes originaux est aussi prônée avec pour objectif affirmé de développer l'esprit d'invention :

«Quiconque cherche, dans les *documents originaux*, la marche suivie par les inventeurs dans la découverte de toutes les idées mères, demeure charmé de cette étude. Rien de plus fécond car nos professeurs, en suivant cette voie, se sentiront capables d'inventer à leur tour et communiqueront facilement cette conviction à leurs élèves pour leur propre compte».

Pour la section des lettres le cours de physique de la classe de logique, qui termine le cursus, doit, en donnant un aperçu de la marche de la science, servir à illustrer les méthodes de la physique et à montrer l'importance de l'expérience :

«Des inductions plus ou moins heureuses conduisent à rapprocher certains phénomènes ; en expérimentant pour étudier plus attentivement leurs ressemblances et leurs différences, on trouve des faits nouveaux ; puis on cherche à tout expliquer par des principes ou des hypothèses dont il est possible de déduire de nouvelles conséquences. Si elles se vérifient dans un grand nombre de circonstances, l'observateur prend confiance et se donne carrière ; dans le cas contraire, quand l'expérience a prononcé sans appel, il ne peut sans s'égarer continuer à suivre sa première voie ; il est forcé de reconnaître que ses raisonnements, si rigoureux, en apparence, pêchent par leur base [...]. Les élèves verront ainsi qu'en physique [...] il faut se garder de pousser trop loin les conséquences d'un principe même certain lorsqu'on n'a pu les vérifier, les contrôler par l'expérience».

L'insistance est ainsi mise sur la place qu'occupe l'expérimentation dans la démarche des physiciens et ceci est en parfait accord avec les positions de A. Comte qui affirme que «la physique nous enseigne spécialement la théorie de l'expérimentation» et nous conduit à «appréhender en quoi consiste le véritable esprit expérimental» car «c'est réellement en physique que se trouve le triomphe de l'expérimentation».

Ainsi l'histoire des sciences trouve sa place dans l'enseignement de la physique car, en exposant les méthodes des inventeurs, elle «montre toute la part qu'il faut [...] faire à l'expérience, à l'observation». Mais une autre justification peut être donnée pour son introduction. En effet les études secondaires, jusque là dominées par les humanités classiques, mettent désormais sur le même pied les sciences et les lettres avec la création des deux divisions des lettres et des sciences ; il s'agit donc de montrer la valeur de l'étude des sciences, de convaincre que «bien enseignée, la physique élargit et élève la

pensée». C'est ce qu'exprime A. Cournot quand il écrit [Cournot, 1861] :

«Quels charmes ne doit pas trouver une jeune et vive intelligence à saisir ces grandes théories qui relient en un seul faisceau tant de faits épars ; qui en montrent les principes, l'enchaînement, les suites ; qui mettent en contraste la simplicité des lois immuables et l'inépuisable variété des résultats ? Que si, dans cet enseignement dogmatique, viennent se placer à propos *quelques détails historiques rattachés à de grands noms, l'enseignement scientifique* aura tous les genres d'*attraits* que comporte l'*enseignement littéraire*».

Le tournant du siècle

A la fin du siècle les instructions de 1854, rédigées par J.-B. Du-mas, servent de référence puisqu'elles sont reprises en partie dans le plan d'études de 1890 pour l'enseignement secondaire classique, sans omettre les recommandations concernant la place à réserver à l'histoire des sciences. Son intérêt pour illustrer l'importance de la méthode expérimentale est d'ailleurs souligné par la Commission des réformes :

«De faits bien constatés, d'expériences simples, répétées devant les élèves au cours même de la leçon, [le professeur] s'élèvera à l'étude des phénomènes plus complexes pour aboutir finalement à l'énoncé de la loi qui les régit. On l'invitera, pour quelques questions qui s'y prêtent facilement, à *exposer sommairement la marche qu'a suivie l'esprit humain et les tâtonnements successifs* par lesquels il est passé pour arriver à la découverte de la vérité scientifique. C'est la démonstration la plus frappante que l'on puisse donner de l'influence qu'a exercée l'emploi judicieux de la méthode expérimentale sur le développement et les progrès des sciences physiques» [B.A., 1890].

Mais on trouve un *décalage* profond entre ces discours sur le bon usage de l'histoire des sciences dans le cours de physique et l'application qui en est faite dans la rédaction des traités élémentaires de physique. D'une manière fort constante sur cette deuxième moitié du XIX^e siècle l'élément historique apparaît sous une forme qui fait essentiellement place à l'énumération des noms de savants et à l'indication de quelques dates.

Avec la création de l'enseignement secondaire moderne en 1891 le rôle et la place dévolus à l'histoire des sciences s'accroît. Ainsi, dans les rapports présentés au Conseil supérieur de l'Instruction publique peut-on lire [Belhoste, 1995] :

«Pour [une] raison d'éducation générale de l'esprit, le professeur ne négligera pas [...] *l'histoire de la science*. L'élève a parfois moins à retirer de l'exposé d'une vérité que de l'historique de sa découverte. Le génie scientifique en travail fournit à la jeunesse, par ses initiatives, ses doutes, ses erreurs mêmes, autant que par ses succès, un enseignement éminemment suggestif et moral.

Par là enfin le *professeur de sciences peut relier ses leçons à celles des professeurs de lettres, d'histoire, de philosophie*. Tout en exposant les lois et l'évolution de la nature, il fait connaître, comme eux et par des exemples non moins éclatants, les lois et les progrès de l'esprit humain ; il *collabore* à sa manière à *l'enseignement de l'histoire et des humanités*».

On voit ici le souci de convaincre de la haute valeur de l'enseignement des sciences - en insistant sur les apports à la formation de l'esprit - et de montrer qu'on peut constituer des «humanités scientifiques». Les programmes de physique et chimie en classes de troisième, seconde et première sciences ainsi que celui d'histoire naturelle en classe de première sciences sont précédés de la même recommandation faite au professeur de rattacher à l'occasion «l'exposé des méthodes et *l'histoire des découvertes*» à la démonstration des vérités scientifiques. De plus en classe de première sciences le cours de philosophie comprend des «éléments de philosophie scientifique» qui font place à l'histoire :

«Le caractère de cet enseignement devra être historique non moins que théorique. Le professeur ne se contentera pas d'un exposé abstrait des règles de la logique, il s'attachera à [...] en faire comprendre l'application par de nombreux exemples empruntés à *l'histoire des méthodes, des idées, des découvertes scientifiques*, en recourant, quand il se pourra, aux réflexions et commentaires que les *maîtres de la science* nous ont laissés sur leurs travaux et ceux de leurs prédécesseurs» [B.A., 1891].

Les orientations envisagées pour cet enseignement à caractère historique sont explicitées [A.N., 1891] au cours des travaux préparant la réforme :

«Il sera [...] inutile de s'astreindre rigoureusement à l'ordre chronologique ; il est préférable, au contraire, de s'en tenir pour chaque époque aux traits généraux, sauf à remonter aux germes antérieurs des grandes idées ou découvertes nouvelles, quand il s'agira d'en exposer l'histoire [...].

Au lieu d'un sujet relatif à l'histoire d'une question déterminée ([...] par exemple [...] celle de la machine à vapeur), le professeur pourra choisir la vie d'un savant illustre. Dans ce cas, tout en retraçant les détails intéressants de sa biographie, il devra s'attacher à indiquer ses ouvrages les plus importants et à en donner une analyse suffisante pour provoquer chez les élèves le désir de les connaître plus complètement.

Enfin il ne devra pas perdre de vue, en thèse générale, que l'histoire des sciences ne doit pas seulement s'attacher à retracer les progrès de l'esprit humain dans la connaissance de la vérité, qu'elle a aussi à en rappeler les erreurs, et que c'est précisément la saine appréciation de ces erreurs qui seule peut bien faire comprendre l'importance véritable des sciences. Sans négliger l'intérêt qu'offrent les applications pratiques, il ne perdra pas une occasion de faire ressortir la nécessité de la science pure qui seule peut conduire à des conceptions justes soit de l'univers, soit de la société humaine».

Les orientations retenues dans la réforme de 1902

En 1902 intervient une réforme de structure de l'enseignement secondaire, accompagnée de nouveaux programmes qui tendent à introduire un nouvel esprit dans l'enseignement scientifique, les sciences devant être un instrument de culture. L'objectif de l'enseignement de la physique est de faire connaître aux élèves les grandes lois de la nature ; il ne s'agit plus, comme dans les traités de la deuxième moitié du XIX^e siècle, d'énumérer les connaissances dans un ordre historique tout en accumulant les détails d'appareillage, mais d'organiser et coordonner l'exposé [N. Hulin, 1996].

Les programmes des terminales scientifiques comportent la double recommandation de faire connaître la vie de quelques grands savants en soulignant l'importance de leurs travaux, «mais surtout la grandeur morale de leur dévouement à la science» *et* de lire aux élèves quelques pages caractéristiques de leurs œuvres. Les options retenues sont différentes de celles des instructions de 1854, ce que souligne l'inspecteur général Lucien Poincaré dans sa conférence au Musée pédagogique en 1904 [L. Poincaré, 1904] :

«Si l'on a pu justement prétendre que c'est un excellent exercice que de suivre pas à pas l'esprit humain dans son éternel voyage à la découverte de la vérité, si l'on a éloquentement développé cette idée qu'il est éminemment instructif de se rendre compte de l'évolution des idées dans la recherche des lois de la nature, on ne peut cependant refuser de reconnaître que le bénéfique est surtout grand pour ceux qui savent déjà beaucoup, qui sont à même d'apprécier les différences, de comprendre les perfectionnements successifs. Quant à *ceux qui débutent*, qui apprennent le rudiment, ils ont intérêt, au contraire, à ne pas se préoccuper des tâtonnements par lesquels a passé la science et à *aller immédiatement là où, dans nos idées actuelles, réside l'essentiel*.

Ce n'est pas à dire cependant qu'il soit mauvais de donner, même dans l'enseignement élémentaire, quelques aperçus sur l'histoire de la science ; on peut [...] dans quelques cas particuliers, après avoir exposé les faits tels que nous les comprenons aujourd'hui, dessiner à grands traits un tableau de l'histoire des principales découvertes».

L. Poincaré rappelle alors les orientations indiquées pour le nouveau plan d'études :

«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 ; à 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 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».

Ces recommandations seront confirmées en 1912. Avec l'histoire des sciences on poursuit maintenant l'objectif de développer chez les élèves «la personnalité morale» ce qui va conduire aux hagiographies de savants. L. Poincaré explique :

«Quelle que soit la spécialité qu'il enseigne, le maître ne doit jamais oublier que son but suprême est de développer chez ses élèves la personnalité morale ; il convient qu'il ne se désintéresse pas de leur culture générale, tous ses efforts doivent être solidaires de ceux qu'accomplissent par ailleurs ses collègues chargés d'autres enseignements. Le professeur de sciences qui a, à sa disposition, de si nobles exemples, qui peut montrer comment la science a trempé de beaux caractères, conduit dans la vie des hommes admirables par la vertu et par le dévouement, comment elle les a amenés à ne jamais craindre de souffrir pour la vérité, n'a pas le droit de ne pas tirer lui-même de ces exemples les conséquences de l'ordre moral qu'ils renferment».

Mais l'intérêt de la lecture des textes originaux est aussi fortement souligné par L. Poincaré :

«[...] on constatera que telle ou telle page écrite par un Pascal, un Arago ou un Berthelot, a, dans sa profondeur, plus de lumineuse clarté et plus de réelle simplicité que les chapitres correspondants de beaucoup de traités, dits *élémentaires*, où des auteurs, qui remontent rarement à la source et qui se copient souvent les uns les autres, ont reproduit, avec des déformations de plus en plus fâcheuses, la pensée première des inventeurs».

Les programmes de 1902 introduisent, d'ailleurs, en classe de première D (c'est-à-dire dans la filière moderne), au sein de la liste des auteurs à étudier en langue française, des «extraits d'écrivains scientifiques» [B.A., 1902]. Ainsi s'établit une harmonie avec la recommandation faite au professeur de physique de donner aux élèves lecture de quelques pages caractéristiques des œuvres des savants. La collection des *Classiques de la Science*, publiée chez Armand Colin par des scientifiques (dont Henri Abraham et Henry Le Chatelier), va consacrer, entre 1913 et 1923, huit volumes (voir Annexe 1) aux «mémoires fondamentaux dus aux savants français et étrangers qui ont ouvert les grands chapitres de la science», répondant en cela au vœu de ceux qui recommandent «la lecture des mémoires originaux comme le meilleur moyen de développer chez les étudiants l'esprit scientifique, tout en contribuant à leur culture littéraire». En 1907, A. Lalande publie chez Hachette la deuxième édition des *Lectures sur la philosophie des sciences*, «suite d'études développées sur les questions concernant l'histoire, les principes, les méthodes ou les rapports des sciences» comportant de «larges citations empruntées aux savants» et de «nombreux exemples puisés dans l'histoire des sciences», comme l'indique la préface de la première édition.

Des recommandations à l'application

Dans les années 1920 les publications de textes de savants se poursuivent ; Gauthier Villars lance la collection des *Maîtres de la pensée scientifique* (voir Annexe 1), destinée à rendre accessibles «les travaux originaux, qui marquent les étapes successives dans la construction lente et laborieuse de l'édifice scientifique», offrant «à la jeunesse studieuse un moyen facile et peu coûteux de prendre contact à la source même avec les méthodes expérimentales et les procédés ingénieux que les grands chercheurs ont dû inventer». En 1924 A. Colin publie, en une neuvième édition, *Les grands écrivains scientifiques (de Copernic à Berthelot)*, ouvrage conçu pour l'enseignement littéraire des lycées ; l'auteur y explique :

«A côté de [la] leçon morale les savants nous offriront d'excellentes réflexions sur la façon d'écrire. La première qualité du style, c'est l'honnêteté : exprimer tout ce qu'on a à dire, et rien de plus : voilà une règle excellente. Elle suppose l'exercice de l'attention et du jugement ; les idées claires sont la condition du style exact.

[...] Les théories les plus abstraites ont une beauté d'expression qui leur est propre. La nouveauté des idées, leur élévation, leurs rapports avec les plus sublimes objets de la nature exaltent l'imagination. Nous trouverons donc dans l'histoire des sciences de beaux exemples d'inspiration littéraire, d'émotion communicative et irrésistible».

La référence à l'histoire des sciences apparaît dans les textes législatifs concernant l'enseignement secondaire, associée à la discussion du choix de la méthode d'exposition de la physique, méthode déductive ou méthode inductive. En 1902, l'insistance est mise sur la méthode inductive sans qu'elle soit exclusive. Les instructions du 20 juin 1947 présentent une tendance semblable en indiquant : «il n'est pas interdit au professeur d'employer à l'occasion, au lieu de la méthode inductive, la méthode déductive» mais «à condition d'avoir montré aux élèves tout ce que ce procédé a d'artificiel du point de vue de l'édifice de la science».

«Nos jeunes gens ne doivent pas oublier que la science s'est faite lentement au cours des siècles, que sa construction a exigé des efforts multiples, qu'elle s'est accompagnée de bien des tâtonnements et a subi de nombreux échecs avant d'atteindre sa forme actuelle qui ne saurait d'ailleurs être définitive».

Les instructions de 1954 expliquent que le *style historique* «ouvre la voie à la réflexion philosophique» :

«[I] ne consiste pas à présenter dogmatiquement l'histoire d'une question, mais à placer les élèves en présence des faits qui initialement ont suggéré et permis de poser les problèmes, à les amener aux premières découvertes, à leur faire franchir les étapes successives marquées chacune par les noms d'un ou

plusieurs savants, à les faire parvenir toujours en suivant les étapes de la pensée créatrice à l'état de la solution. De nombreux sujets peuvent et doivent être traités avantagusement par cette méthode».

Dans les manuels de physique de la première moitié du XX^e siècle, et tout particulièrement des années 1920-1930, l'histoire des sciences est introduite de manières fort diverses : notice biographique de savants, extraits de textes originaux, essai historique sur un thème précis, etc. Ainsi dans son manuel de seconde E. Voisin [1928] explique :

«Après l'expérience, la meilleure source de vérité scientifique est constituée par les mémoires originaux des grands savants.

Lisons leurs textes à nos élèves et ne craignons pas que leur langage soit trop élevé pour leurs jeunes intelligences. "Qu'on vérifie par l'expérience", disait en 1904 Lucien Poincaré, "et l'on constatera que telle ou telle page écrite par un PASCAL, un ARAGO ou un BERTHELOT, a, dans sa profondeur, plus de lumineuse clarté et plus de réelle simplicité que les chapitres correspondants de beaucoup de traités élémentaires".

[...] En lisant les plus belles pages des grands savants, nos jeunes gens assisteront à l'éclosion des idées les plus fertiles : celles qui ont produit les grandes découvertes».

Ainsi, comme l'explique Henry Le Chatelier qui préface l'ouvrage, l'auteur «termine chaque chapitre par la reproduction d'une page de l'un des savants qui ont le plus contribué au développement de la partie correspondante de la science». Cette option est maintenue par E. Voisin [1930] dans son manuel pour la classe de mathématiques que préface, cette fois, Charles Fabry. Celui-ci indique que :

«[l'auteur] a donné quelques citations des "classiques" de la physique [...] Ces citations permettront aux élèves de faire connaissance avec quelques-uns des physiciens du temps passé et même de notre époque ; elle leur donnera aussi, il faut l'espérer, le *goût de la littérature scientifique*, qui n'est pas moins intéressante ni moins éducative que l'autre».

Tant dans un manuel de la classe de première que dans celui de la classe de mathématiques L.-J. Olmer [1929] réserve, au fil des chapitres, des paragraphes aux portraits de savants comportant une rapide biographie et l'indication de leurs principaux travaux. Sont ainsi présentés Foucault, Galilée, Pouillet, Ampère, Laplace, etc. De son côté A. Béthencourt [1932] propose, dans son cours de physique pour la classe de mathématiques, des «lectures» constituées de textes originaux : texte de Rankine tiré du *Philosophical Magazine* «sur l'expression énergie potentielle et sur les définitions des grandeurs physiques», lettre de Joule au *Philosophical Magazine* sur l'équivalence chaleur - travail, extraits des «*Réflexions sur la puissance motrice du feu*» de

Sadi Carnot, etc. Quant à M. Ginat qui, dans son cours de première [1934], cherche à «humaniser certaines questions» il présente quelques développements historiques fort limités. Mais, dans son manuel pour la classe de mathématiques [1938], il propose un certain nombre d'exercices à caractère historique concernant, par exemple, quelques théorèmes et problèmes de Galilée au sujet du plan incliné, la loi de la réfraction établie suivant la démarche de Descartes ou de Fermat ; après un chapitre consacré à la présentation d'un extrait du *Mémoire sur la diffraction de Fresnel* contenant la «genèse de la fameuse construction de Fresnel», M. Ginat donne un exercice d'explication et commentaire de texte demandant la démonstration de tous les résultats proposés et la représentation graphique des calculs de Fresnel.

Pendant l'introduction d'une dimension historique n'est pas générale dans les manuels et la question se pose de savoir dans quelle mesure elle est effective dans les classes. Certes des expériences ont été tentées ; l'une d'entre elles, réalisée par M. Ginat, nous est relatée [*Congrès inter.*] :

«[...] il avait été le premier à réaliser un enseignement d'histoire des sciences comme complément à un travail expérimental. Ses expériences [...] consistaient dans l'explication d'un texte de mémoire scientifique, par exemple de Fresnel, par des travaux de laboratoire réalisant effectivement les expériences du savant, travaux exécutés par équipe sous la direction du professeur. Des connaissances d'histoire des sciences étaient acquises en même temps ; quelques groupes d'élèves devaient, en effet, constituer une documentation et faire un rapport à l'ensemble de la classe sur l'historique et la signification des découvertes étudiées».

Cette initiative allait dans le sens des vœux exprimés dans de nombreuses réponses à une enquête faite auprès des lecteurs par l'*Enseignement scientifique* en 1932-1933 et à laquelle avaient répondu, en particulier, A. Lalande, Abel Rey, L. Brunschwig, J. Hadamard, E. Bauer, P. Langevin, H. Le Chatelier, H. Metzger, M. Ginat, etc.

La réforme Lagarrigue

Dès le rapport d'orientation des travaux de la commission Lagarrigue présenté en 1971 par Michel Hulin [*Doc. CL*], la suggestion est faite d'établir une collaboration pluridisciplinaire, impliquant historiens et philosophes et pouvant s'avérer «particulièrement fructueuse dans les sections littéraires». La proposition est même très ferme dans la présentation orale du rapport : «pour les élèves des sections littéraires il faut essayer de faire passer l'histoire des sciences». L'idée générale est réaffirmée dans un rapport de 1973 [*Doc. CL*]. Initier les élèves aux

concepts fondamentaux, aux principes généraux qui guident le physicien, tel est l'un des objectifs de la réforme ; mais donner «des indications suffisantes sur les *aspects historiques* de leur élaboration et de leur évolution» apparaît souhaitable.

Des propositions vont donc être faites dans ce sens par Roland Omnès, en 1974, pour les programmes des terminales non-scientifiques. Travaillant sur le projet, le groupe de travail de physique réaffirme qu'il est «souhaitable de faire appel à l'histoire des sciences» mais rejette des «exposés purement historiques» [*Arch. CL*].

Dans les programmes de sciences physiques publiés en 1982 et concernant les classes de premières littéraires, on suggère d'exploiter «des expériences réalisées ou décrites, actuelles ou historiques» en soulignant l'intérêt, «dans certains cas, de faire appel à l'histoire des sciences et des techniques». D'ailleurs le rapport du groupe de travail national recommandait, pour décloisonner les disciplines, de «réunir les enseignements de plusieurs professeurs sur un sujet commun comme histoire et sciences, pour l'histoire des sciences et des techniques».

En fait de la suggestion initiale, fort générale, d'inclure la dimension historique on est passé très rapidement à son introduction dans les seules classes littéraires où le programme est conçu, avant tout, pour «donner une culture générale», «développer la curiosité scientifique des élèves» et «mettre en relief les méthodes propres aux sciences physiques». Quant à la nécessité du décloisonnement des disciplines par la constitution d'enseignements interdisciplinaires relevant de l'initiative des enseignants, elle figure dans le cinquième principe du rapport établi par Pierre Bourdieu et François Gros en mars 1989.

QUELQUES PRISES DE POSITION : H. BOUASSE, P. LANGEVIN, C. BRUNOLD ET LES AUTRES

L'analyse critique de Henri Bouasse

Le physicien Henri Bouasse, dans ses articles et les préfaces de ses livres, ne ménagent pas ses critiques sur l'usage qui est fait de l'histoire des sciences. Dès 1896 il exprime son hostilité envers la «méthode historique», avançant un argument de poids, celui de la non formation du personnel enseignant. Après avoir fait référence aux fameuses instructions de J.-B. Dumas, il explique :

«Mais, à quoi bon discuter la méthode ; elle est inapplicable en fait. Je ne voudrais blesser ni mes collègues ni moi-même par un examen de conscience

trop sévère ; mais combien parmi nous seraient capables d'un tel enseignement, à supposer qu'il soit effectivement le meilleur [...] Est-ce de notre faute ? Pas le moins du monde ; mais de la faute de l'agrégation et de la manière dont les examinateurs la comprennent. On avait introduit, voici quelques années, une composition sur un mémoire ou une série de mémoires indiqués à l'avance ; on a donné effectivement [...] l'étude des travaux d'Ampère [...] Mais où sont les belles résolutions d'il y a dix ans ? Donc, puisque le personnel enseignant ne sait pas l'histoire de la physique, il est fort inutile qu'on lui recommande d'appuyer sur une base historique quelconque sa méthode d'enseignement». [H. Bouasse, 1896]

Plus tard il discute [Bouasse, 1898] à nouveau les recommandations des programmes :

«[...] c'est par un sentiment théoriquement très louable que les savants qui ont rédigé les programmes d'étude de 1891 pour l'enseignement secondaire, recommandent aux professeurs de sciences physiques d'exposer l'historique des questions. En fait, le conseil était platonique, l'histoire des sciences étant généralement ignorée, à moins qu'elle ne consiste à débiter les anecdotes connues sur la lampe de Galilée et l'inconvenance d'Archimède.

Mais c'était, à un certain point de vue, une étrange aberration, parce que cela impliquait une conception fautive, à notre sens, du rôle éducatif des sciences expérimentales dans les lycées : c'était recommander sous couvert de physique et de chimie, un cours de psychologie et de logiques historiques avec des développements nécessaires sur l'industrie et les procédés de fabrication aux différentes époques, etc.».

La méthode historique, d'ailleurs, est longue, laborieuse et même dangereuse pour le débutant car la démarche tâtonnante de l'esprit humain pour atteindre les plus belles découvertes risquent de le perdre en chemin. De plus, exposer l'état actuel de la science constitue une tâche suffisante pour le professeur.

H. Bouasse explicite avec vigueur son point de vue ; mais il prendra soin de préciser [H. Bouasse, 1920] que si, dans ses ouvrages, il «coupe l'historique, peu d'auteurs peuvent se vanter de le connaître aussi bien que [lui]». Expliquant qu'il aime que les choses soient à leur place, il ajoute, dans un langage imagé, qu'il n'aime pas «la poudre de riz sur les beignets». Il dénonce [H. Bouasse, 1937] cette «pseudo-histoire des sciences» qui «est une plaie de l'enseignement», il s'attaque aux «soi-disant lectures scientifiques [où] on débute par un portrait, on continue pieusement par une biographie [...], on termine par des extraits». Et, il affirme [H. Bouasse, 1926] :

«Il faut [...] se garder de substituer l'histoire des inventeurs à l'histoire des inventions, de revenir à l'éternelle préoccupation de nos historiens patentés : un lieu, un homme, une date, de discuter indéfiniment ces questions de priorité qui nous sont indifférentes, ô combien !

[...]

Qu'on nous fiche une bonne fois la paix avec tous ces racontars de concierges bavardes ! L'histoire de la science n'est pas l'histoire des savants [...]. L'histoire de la physique telle qu'elle existe, m'a toujours paru le comble de l'ineptie et du grotesque».

Ayant expliqué ce que l'histoire des sciences ne doit pas être, selon lui, H. Bouasse commente un mémoire de Réaumur de 1730 sur le thermomètre et s'exclame :

«[...] voyez l'avantage de ma méthode historique. Je commente un mémoire ; de ce simple commentaire résulte automatiquement un état de la science en 1730».

H. Bouasse réfute catégoriquement le rôle pédagogique général de l'histoire des sciences car on ne peut la comprendre, dit-il, qu'à la lumière des connaissances actuelles qu'il convient donc de commencer par acquérir ; de plus, elle n'est intéressante que si elle est développée. Il en résulte qu'un «enseignement élémentaire de physique [...] ne saurait être que dogmatique» [H. Bouasse, 1901]. Au congrès international de l'enseignement expérimental, organisé à Paris en 1937 conjointement par l'Union des Physiciens et l'Union des naturalistes, un professeur rappellera les positions de H. Bouasse après avoir, lui aussi, énumérer les graves défauts de la méthode d'enseignement préconisée par J.-B. Dumas dans les instructions de 1854 :

«1°) elle ne fait pas percevoir davantage les faits : l'histoire se raconte, et ne se perçoit pas ; 2°) la connaissance des hypothèses abandonnées ne nous apprend rien sur la suite d'idées qui a conduit à l'hypothèse vérifiée ; 3°) elle enseigne le vrai et le faux ; il y a autant de chance pour que les élèves retiennent le faux que le vrai ; 4°) elle demande un temps prohibitif» [*Congrès inter.*].

La voie vers un humanisme scientifique

Paul Langevin dénonce en tout premier lieu «cette impression de science définitive et morte que donne l'enseignement dogmatique des lois et des faits» [P. Langevin, 1904]. Compte tenu des contraintes de temps les programmes de l'enseignement scientifique sacrifient l'aspect historique à l'aspect utilitaire : on présente les connaissances sous une forme dogmatique, on fait apprendre des lois, des formules, l'objectif étant celui des applications qui pourront en être faites. Or, explique P. Langevin, c'est par la prise en compte de la dimension historique qu'on peut combattre la forme dogmatique de l'enseignement lié au but «utilitaire» qui lui est assigné [P. Langevin, 1926]. Il recommande donc de faire appel à l'histoire pour «réagir contre l'aspect d'œuvre figée et morte» et d'éclairer le pédagogique par l'historique [P. Langevin,

1931]. Allant dans le même sens Pierre Duhem [1906] affirme que «faire l'histoire d'un principe physique, c'est, en même temps, en faire l'analyse logique» ; d'ailleurs, pour lui, seule la méthode historique permet de donner une vue juste et claire de l'organisation si complexe et si vivante de la physique.

Ainsi discutant de la pédagogie des sciences physiques, P. Langevin critique cette conception de l'enseignement où «on fait trop souvent apprendre et non comprendre» [P. Langevin, 1931]. Donc «à cette conception statique, il faut substituer une conception dynamique s'appuyant sur l'histoire». Gaston Bachelard explique, quant à lui :

«[...] pour la pensée scientifique, le progrès est démontré, il est démontrable, sa démonstration est même un *élément pédagogique* indispensable de la culture scientifique. Autrement dit, le progrès est la dynamique même de la culture scientifique, et c'est cette dynamique que l'histoire des sciences doit décrire».

En effet, «la science actuelle n'est [...] qu'un stade provisoire du progrès scientifique, plein lui-même, sans aucun doute, d'insuffisances et d'erreurs et dont le rôle [...] est surtout de préparer l'avenir» [de Broglie, 1956]. Il ne faudra donc jamais oublier les réserves des fondateurs des théories nouvelles et éviter que ce qui était pour eux une hypothèse devienne un dogme. Lire les mémoires originaux des grands promoteurs de la science est donc vivement conseillé ; «remonter aux sources, c'est clarifier les idées, aider la science au lieu de la paralyser» [P. Langevin, 1926]. Ce retour aux textes originaux, en les faisant analyser à la manière de ce qui se pratique dans l'enseignement littéraire, est aussi préconisé par Henry Le Chatelier pour développer l'activité individuelle de l'élève [H. Le Chatelier, 1898] ; le chimiste contribue d'ailleurs à leur publication (voir Annexe 1).

On arrive donc au projet de constitution d'une véritable culture scientifique. En montrant «la marche qu'a suivie l'esprit humain» avec ses tâtonnements et ses erreurs, l'histoire des sciences «fera mieux comprendre le rapport complexe et délicat qui existe entre l'expérience et la théorie» [A. Reymond, 1928], mettant en lumière la méthode propre à la physique. Elle permet aussi de rendre manifestes les transformations que, par leur progrès, les sciences ont apportées aux conditions économiques et sociales [A. Reymond, 1934]. Pour P. Langevin [1944] «l'histoire des idées doit [...] jouer un rôle essentiel, comparable à celui du contact avec la réalité».

Un enseignement de la physique bien compris contribuera à la culture générale [L. Langevin, 1931] et l'enseignement de l'histoire de

la science peut devenir «une sorte d'enseignement de la science par l'histoire» [A. Hannequin, 1891].

Au VII^e congrès international d'histoire des sciences Madeleine Courtin [1953] présente une communication sur l'usage de la méthode historique, qui constitue pour elle une méthode de choix dans l'enseignement des sciences physiques pour les élèves entre quinze et dix-huit ans ; elle explique :

«[...] la méthode historique qui, seule, peut faire comprendre comment se fait la science, fait acquérir à l'adolescent l'esprit critique et l'objectivité dans le jugement, ce devoir de douter qui invite à la tolérance pour la pensée d'autrui [...]. Enfin, elle fait réfléchir aux fondements de la science, à la progression des idées qu'inspirent à la fois la réalité et la raison, et sur leur répercussion philosophique.

Ainsi, à côté d'une culture littéraire peut prendre place un *humanisme scientifique* d'égale valeur éducative, et dont les sciences expérimentales ne constituent pas un élément mineur».

Style dogmatique, historique ou de redécouverte ?

Dans la circulaire du 29 septembre 1952 sur «les buts de l'enseignement du second degré», Charles Brunold, Directeur général de l'enseignement du second degré, explique que la méthode idéale d'enseignement est celle de l'histoire. Certes «l'emploi de cette méthode se heurte à des difficultés [mais] elle n'en constitue pas moins un idéal» [C. Brunold, 1952], car «un enseignement de la science, qui veut acquérir sa pleine valeur d'humanisme, ne peut demander sa méthode qu'à l'histoire» [C. Brunold, 1957].

Si le «style dogmatique» donne une démarche «sûre, directe, rapide» [C. Brunold, 1952], cette conception déductive de l'enseignement scientifique «place l'esprit devant un monument achevé» ; or, «on ne saurait bien pénétrer le sens des théories physiques qu'en assistant à leur formation historique» [C. Brunold, 1948a].

Cependant le recours au «style historique» dans l'enseignement rencontrerait de nombreux obstacles (longueur de l'exposé et étendue des programmes, difficulté d'accès aux documents originaux usant d'un vocabulaire périmé) [C. Brunold, 1957]. De plus, les élèves qui se destinent aux carrières scientifiques ou techniques, doivent avoir acquis, «avant toute formation spécialisée, l'ensemble des connaissances indispensables» [C. Brunold, 1948a]. Par conséquent :

«si l'histoire de la science ne peut constituer le fond même de notre enseignement, elle peut inspirer la méthode de celui-ci, en lui proposant de

faire parcourir aux élèves, dans l'étude d'une question donnée, le chemin que les savants de toutes les époques ont suivi dans la même étude. En bref, la pédagogie scientifique doit être une pédagogie de la "redécouverte"» [C. Brunold, 1948a].

Le «style d'enquête ou de redécouverte» [C. Brunold, 1952] permet de ne pas offrir seulement aux élèves un bilan de connaissances et de s'affranchir des contraintes imposées par le style historique :

«S'il nous est interdit d'approfondir, par voie historique, tout un programme d'études, de nous référer constamment aux mémoires originaux, si nous devons renoncer à parcourir les chemins sinueux qui ont conduit aux grands sommets de notre connaissance, il n'est pas impossible d'adopter, dans l'étude d'une question ou d'un ensemble de questions, une méthode qui, sans s'identifier à l'histoire rigoureuse, se réclame de son esprit, respecte les grandes étapes qu'elle a parcourues et révèle ainsi le contenu des concepts et des théories, les préoccupations qui ont guidé la recherche, les moyens qu'elle a mis en œuvre pour assimiler tel ou tel aspect du réel, pour l'organiser d'une manière rationnelle, le maîtriser et l'asservir. Cette méthode d'enseignement est celle d'une *redécouverte* qui s'efforce, autant qu'elle le peut, d'être fidèle à l'histoire, de recréer le climat de l'histoire [...]» [C. Brunold, 1957].

Ainsi, explique C. Brunold [1957], grâce à l'intervention de l'histoire dans la méthode adoptée pour enseigner les sciences, on arrivera à définir un véritable «*humanisme moderne*, fidèle aux grandes traditions et aux valeurs indiscutées de l'humanisme traditionnel». C. Brunold illustre son propos de quelques exemples (température et thermomètre en seconde ; pression atmosphérique et baromètre en seconde ; rayons cathodiques ; notion de travail en terminale ; structure de l'atome), en montrant la diversité des formes d'intervention de la composante historique.

Cette démarche «doit inspirer une étroite coordination dans les enseignements de l'histoire et de la science» :

«A l'histoire de broser les grandes fresques où la science vient trouver sa place ; au mathématicien, au physicien, au naturaliste, de rappeler, pour chaque découverte, les efforts ou les conditions qui l'ont permise».

Et, «à défaut d'un enseignement coordonné de l'histoire, on demandera à celle-ci d'abord son esprit de recherche» [C. Brunold, 1948b].

Cette méthode de la redécouverte sera critiquée ; on en dénoncera le côté factice, artificiel, voire intellectuellement malhonnête. Mais certains insisteront sur la nécessité d'introduire, en fin de cursus, un cours spécial sur l'histoire de la pensée scientifique élaboré en

collaboration par les professeurs de science et ceux de philosophie et d'histoire.

Le cas de la physique. L'élan des années 1970-1980

Les bouleversements apportés par la constitution de la physique moderne amènent les physiciens à repenser l'enseignement de leur discipline, y compris au niveau secondaire [N. Hulin, 1996b]. Un comité réuni à Harvard élabore en 1945 un rapport [*General education in a free society*] qui souligne la nécessité de faire évoluer l'enseignement scientifique. Ce rapport préconise, en particulier, d'étudier le développement historique d'un sujet, d'intégrer histoire et philosophie des sciences au sein du cours scientifique. C'est dans cette perspective qu'est préparé, à partir de 1963, le *Project physics course*.

L'introduction de l'histoire de la physique dans les cours de physique, envisagée une première fois à un congrès d'enseignement à Rio de Janeiro en 1963, fait l'objet d'un séminaire de travail au MIT en 1970 [*Proceedings*, 1970]. Le problème est largement débattu en 1980 aux journées de Nantes organisées par la Société française d'histoire des sciences et des techniques [*BUP*, 1981], puis dans des colloques internationaux en 1983, 1986 et 1988, se déroulant respectivement à Pavie, à Munich et à Orsay [*Proceedings*, 1983 ; 1986 ; 1988].

Un certain nombre d'idées directrices peuvent être dégagées [voir par exemple J.-L. Lewis, 1972].

A la question «pourquoi faire place à l'histoire des sciences dans le cours de physique ?», plusieurs éléments de réponse sont apportés. Au niveau de l'enseignement secondaire, l'enseignement de la physique fait partie de la formation générale et non d'une préparation professionnelle. Or, la connaissance du développement des concepts scientifiques et des théories fait partie de la culture générale. Grâce à l'histoire des sciences on peut familiariser l'élève avec les méthodes de la physique et l'amener à une meilleure compréhension du rôle des procédés inductif et déductif ainsi que de leur interaction mutuelle permanente. Mais l'histoire permet aussi de montrer l'importance des rapports science - technologie ; ainsi, par exemple, c'est grâce aux progrès de la technologie du vide que J.J. Thomson a pu effectuer ses expériences sur l'électron. A ces arguments s'en ajoute d'autres, la possibilité d'accroître ou même d'éveiller l'intérêt des élèves pour la discipline, de les aider à maîtriser mieux certains concepts difficiles.

Mais, à côté de cette argumentation en faveur de l'introduction de l'histoire des sciences dans le cours de physique, se manifestent des réserves et même des oppositions chez les scientifiques (par exemple R. Feynman, sir Brian Pippard, M.G.V. Rosser). Ils jugent la méthode difficilement praticable en raison des différences de point de vue entre le scientifique et l'historien, le premier allant à l'essence même du phénomène, le second s'intéressant à la riche complexité des faits ; ils considèrent que l'approche historique n'est pas compatible avec la recherche de la rigueur dans l'exposé et qu'elle peut polluer un cours moderne en introduisant des idées obsolètes, tout à fait inutiles et même dangereuses pour l'élève. Ainsi E. Mendoza [1980] explique :

«For many years I thought that one could use history as a civilising influence on physics students, in the sense that they might learn that [...] decisions about what is right and wrong in physics are rarely obvious [...]. 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 merely qualitative arguments. This kind of history is the 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. The real history must, I am sure, be reserved only for the best students who are not in danger of becoming confused».

L'introduction de l'histoire des sciences dans le cours de physique étant admise, quelle approche convient-il d'adopter ? Bien souvent les textes scientifiques prennent une apparence superficiellement historique en donnant des noms, des dates, des citations, et introduire l'histoire de la physique dans le cours ne signifie nullement traiter un sujet dans l'ordre chronologique de son développement. Certains insistent sur l'importance des courants d'idées, des concepts créés, une partie de l'histoire de la physique pouvant être considérée comme une recherche de concepts qui puissent couvrir un ensemble d'expériences en apparence différentes. Tel est le cas du concept d'énergie. D'autres suggèrent, par exemple, de centrer l'intérêt sur quelques aspects expérimentaux de la physique, et les propositions sont très variées. Une technique fructueuse peut être d'utiliser la biographie des savants et l'étude de leurs travaux, mais il faut prendre garde que l'histoire d'un sujet n'est pas une simple

suite de biographies et qu'il est historiquement malhonnête de ne parler que de ceux qui préfigurent le monde moderne.

CONCLUSION

Pour réaliser ce projet d'introduction, préconisé régulièrement, il convient de former les professeurs et d'inclure l'histoire des sciences dans leur cursus [R. Taton, 1969 ; A. Kastler, 1984]. Il existe, en permanence, un décalage profond entre leur formation et les sollicitations dont ils sont l'objet. Une question se pose d'ailleurs ; devant enseigner et la physique et la chimie tout en gardant un contact avec l'actualité, les professeurs de sciences physiques ont-ils la possibilité d'acquérir cette qualification supplémentaire ? Mais, outre une formation minimum en histoire des sciences, les professeurs doivent aussi pouvoir disposer de documents directement utilisables [voir par exemple S.G. Brush, 1983-1984] qui doivent donc être élaborés et répertoriés.

Cependant les difficultés de l'entreprise ne doivent nullement être sous-estimées dans une réflexion constructive, en particulier en raison du décalage accru entre la science enseignée et la science savante en cette fin de XX^e siècle. Il convient aussi de se souvenir de la mise en garde que formulait Pierre Costabel [1972] :

«L'histoire enseignée passe par la redoutable nécessité de simplifier, de livrer des visions aisément assimilables, donc systématisées, visions parfois proches de l'erreur, souvent elles-mêmes dogmatiques et fonctions de philosophies plus ou moins consciemment perçues [...]. L'histoire des sciences exige, pour être élaborée, écrite et communiquée, l'attention à des aspects variés qui ne supportent pas l'improvisation».

En tout cas il convient de bannir les formes dégénérées de l'histoire des sciences que dénonçait H. Bouasse.

En accord avec l'évolution de la conception de la physique, l'intervention de l'aspect historique, d'abord centré sur la mise en valeur de l'aspect expérimental de la physique, va se décaler sur un autre centre d'intérêt, celui de la création des concepts et de l'élaboration des théories. Toutefois, depuis la fin du XIX^e siècle, se maintient l'idée d'humaniser l'enseignement des sciences ainsi que celle de «décloisonner» les disciplines.

Mais, outre son introduction au sein du cours de physique, ne peut-on envisager un autre rôle pour l'histoire ? Ne peut-elle aider à

mieux comprendre l'enseignement d'aujourd'hui en le replaçant dans son histoire ? Ce nouvel objectif concerne les enseignants qui deviendraient ainsi des acteurs critiques de la mise en application des changements de programmes au lieu de les subir. Dans le cadre du cursus de formation, l'introduction de l'analyse historique de l'évolution d'un sujet d'enseignement pourrait être profitable et donner du recul par rapport à la chose enseignée : constat du décalage de l'enseignement mais aussi de son adaptation aux nouvelles orientations de la discipline, changements des priorités. Un exemple, développé plus amplement ailleurs [N. Hulin, 1995], permettra d'illustrer notre propos ; il s'agit du principe de l'équivalence et de la conservation de l'énergie :

Si le grand mémoire de Joule date de 1850, l'équivalence mécanique du travail et de la chaleur est introduite dans les programmes des lycées en 1874 et le principe de la conservation de l'énergie à sa suite dans ceux de 1891. Puis, la plupart des manuels des années 1920-1930 ajoutent au développement la notion d'énergie interne non mentionnée dans les programmes. Un changement de cap complet se produit avec les programmes Lagarrigue. Les programmes expérimentaux, préparés en 1973, s'ancrant dans une description microscopique du modèle du gaz parfait monoatomique, introduisent la notion d'énergie interne avant d'énoncer le premier principe de la thermodynamique. Les programmes définitifs de 1979 confirment cette orientation et prennent pour point de départ *l'idée de l'existence* de l'énergie interne pour un système, celle qu'un «transfert de chaleur est un mode de transfert de l'énergie», la quantité de chaleur étant définie en même temps que l'on énonce le premier principe. On ignore désormais le cheminement historique, mais cette nouvelle approche reflète l'orientation désormais prise par la physique moderne, largement tournée vers le domaine microscopique et structurée par les «superlois» (conservation, invariance, symétrie) [N. Hulin, 1996b].

Au terme de cette étude on peut affirmer que l'histoire a certainement un rôle à jouer dans l'enseignement scientifique. Mais il convient de dépasser les pétitions de principes et de mener une réflexion de fond sur les domaines et les modalités d'intervention qui restent à imaginer ainsi que sur les objectifs assignés à son utilisation.

Annexe 1

Collection «Les classiques de la Science»

- I. (1913) - *L'air, l'acide carbonique et l'eau*, Mémoires de Dumas, Stas, Boussingault.
- II. (1922) - *Mesure de la vitesse de la lumière, Étude optique des surfaces*, Mémoires de Léon Foucault ; volume préparé par Jules Lemoine.
- III. (1922) - *Eau oxygénée et ozone*, Mémoires de Thenard, Schoenbein, de Marignac, Soret, Troost, Hautefeuille, Chappuis ; volume préparé par Henry Le Chatelier.
- IV. (1922) - *Molécules, atomes et notations chimiques*, Mémoires de Gay-Lussac, Avogadro, Ampère, Dumas, Gaudin, Gerhardt ; volume préparé par Henry Le Chatelier.
- V. (1914) - *De la lumière*, Mémoire de Augustin Fresnel.
- VI. (1914) - *Fusion du platine et dissociation*, Mémoires de Sainte-Claire Deville, Debray, Troost, Hautefeuille, Isambert, Ditte, Joannis, Joly.
- VII. (1914) - *Le fluor*, Mémoires de Henri Moissan.
- VIII. (1923) - *L'air et l'eau*, Mémoires de Lavoisier ; volume préparé par Henry Le Chatelier.

Collection «Les maîtres de la pensée scientifique»

Quelques titres :

- Clairaut, *Éléments de géométrie*, 2 volumes , 1920.
- Lavoisier et de Laplace, *Mémoire sur la chaleur*, 1920.
- A.-M. Ampère, *Mémoires sur l'électromagnétisme et l'électrodynamique*, 1921.
- E. Mariotte, *Discours de la nature de l'air, de la végétation des plantes, nouvelle découverte touchant la vue*, 1923.

Collection «Les classiques de la découverte scientifique»

Par exemple :

- Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Paris, Gauthier Villars, 1937 ; avant-propos par Henry Le Chatelier.

– J.-B. Dumas, *Leçons de philosophie chimique*, Paris, Gauthier Villars, 1937 ; avant-propos par Georges Urbain.

Autres titres cités :

– A. Lalande, *Lectures sur la philosophie des sciences*, 2^e édition, Paris, Hachette, 1907.

– G. Laurent, *Les grands écrivains scientifiques (de Copernic à Berthelot)*, 9^e édition, Paris A. Colin, 1924.

Annexe 2

Manuels cités :

– A. Béthencourt, *Physique*, classe de mathématiques, Paris, Hachette, 1932.

– M. Ginat, *Physique*, classe de première, Paris, Baillière, 1934.

– M. Ginat, *Physique*, classe de mathématiques, Paris, Baillière, 1935.

– L.-J. Olmer, *Physique*, classe de première, Paris, de Gigord, 1929.

– L.-J. Olmer, *Physique*, classe de mathématiques, Paris, de Gigord, 1929.

– E. Voisin, *Cours de physique*, classe de seconde, Paris, Doin, 1928.

– E. Voisin, *Cours de physique*, classe de mathématiques, Paris, Lanore, 1930.

Bibliographie

A.N. (Archives nationales)

1872 : 61 AJ 191, lettre du 25 novembre 1872.

1891 : F17 12784.

Arch. CL (Archives de la commission Lagarrigue)

1974 : Examen du projet de programme de terminale littéraire (mai 1974), Centre des archives contemporaines de Fontainebleau, 9406366/1 et 2.

Doc. CL («Les documents de la commission Lagarrigue», dans *BUP* n° 597, octobre 1977)

1971 : Rapport d'orientation (octobre 1971), pp. 27-38.

1973 : Introduction (rédigée par Michel Hulin à la demande d'André Lagarrigue) pour le rapport «Évaluation du coût de la réforme» (janvier 1973), pp. 39-60.

B.A. (Bulletin administratif)

1890 : n° 48, p.564.

1891 : n° 49, p.619.

1902 : n° 71, p.773 et 848.

G. BACHELARD

1951 : *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, 2^e édition, Paris, PUF, 1965 (voir pp. 24-25).

B. BELHOSTE

1995 : *Les sciences dans l'enseignement secondaire français - Textes officiels*, Paris, INRP et Economica, 1995 (voir pp. 539-540).

F.-S. BEUDANT

1815 : *Essai d'un cours élémentaire et général de sciences physiques (partie physique)*, Paris, Tilliard, Croullebois, Verdière, 1815.

J.-B. BIOT

1824 : *Précis élémentaire de physique expérimentale*, Paris, Deterville, 3^e édition 1824.

H. BOUASSE

1896 : «A propos des baccalauréats. Pédagogie dans les sciences physiques», *Bulletin de l'enseignement secondaire de l'académie de Toulouse*, 15 décembre 1896, pp. 113-121 (extrait p. 116).

1898 : «Le rôle des principes dans les sciences physiques», *Revue générale des sciences*, 1898, n° 9, pp. 561-569 (voir pp. 561-562).

1901 : «Enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire», *Journal de l'enseignement secondaire*, 1901, pp. 1-24 (voir p. 1).

1920 : «La science et l'hypothèse», préface du cours *Statique, machine simple*, Paris, Delagrave, 1920, t. 1 (voir pp. X-XI).

1926 : «Histoire de la science», préface du cours *Cordes et membranes*, Paris, Delagrave, 1926 (voir p. XIX).

1937 : «Sur quelques erreurs à éviter dans la rédaction d'un cours de physique», préface de la première partie du cours *Magnétisme et électricité. Étude du champ magnétique*, Paris, Delagrave, 1937.

C. BRUNOLD

1948a : «Les humanités scientifiques», *L'enseignement scientifique du second degré. Contribution à la définition de l'esprit et des méthodes de cet enseignement*, Paris, INRP, 1960 (voir pp. 28-29).

1948b : «L'apport des autres disciplines à l'enseignement scientifique», *Ibid.*, (voir pp. 105-107).

1952 : «Les méthodes de l'enseignement du second degré», Circulaire du 6 octobre 1952, *Ibid.*, (voir pp. 15-17).

1957 : «Le rôle de l'histoire dans l'enseignement des sciences physiques», *Ibid.*, (voir p. 77).

S.G. BRUSH

1983-1984 : «Teacher's guide : history of modern science», First part 1983, Second part 1984, University of Maryland.

BUP

1981 : «A propos des journées sur l'enseignement de l'histoire des sciences dans les cursus scientifiques (Nantes 9-11 octobre 1980)», n° 632, mars 1981.

A. CLAIRAUT

1753 : *Éléments de géométrie*, Paris, David, 1753 (voir p. V, VI, IX).

A. COMTE

1830 : *Cours de philosophie positive*, Paris, Bachelier, 1830 (voir t. 1, 2^e leçon, pp 67-68 et t .2, 28^e leçon, p. 314 et 354).

Congrès inter.

1937 : *Congrès international de l'enseignement expérimental (Paris - septembre 1937)*, Paris, Guyot (voir pp. 42-43 et pp. 66-69).

P. COSTABEL

1972 : «Complexité des problèmes posés par l'histoire des sciences», *La Pensée*, n° 165, septembre-octobre 1972, pp. 21-23 (voir p. 22).

A. COURNOT

1861 : *Des institutions d'Instruction publique en France*, réédit. Paris, Vrin, 1973, p. 330.

M. COURTIN

1953 : «La méthode historique dans l'enseignement scientifique», *Actes du VII^e Congrès d'histoire des sciences (Jérusalem 1953)*, Paris, Hermann.

L. de BROGLIE

1956 : «Intérêt et enseignements de l'histoire des sciences», *Les sentiers de la science*, Paris, Albin Michel, 1960.

P. DUHEM

1906 : *La théorie physique*, réédit. Paris, Vrin, 1981, pp. 408-410.

J.-B. DUMAS

1847 : *Journal général de l'instruction publique*, 19 mai 1847, vol. 16, pp. 408-409.

C. FALCUCCI

1939 : *L'humanisme dans l'enseignement secondaire au XIX^e siècle*, Toulouse, Privat, 1939.

General education in a free society

1945 : «Rapport», Harvard University Press, 1945.

D. GERNEZ

1895 : «Henri Sainte-Claire Deville», dans *Livre du centenaire de l'École normale*, Paris, Hachette, 1895.

A. HANNEQUIN

1891 : «L'étude de l'histoire des sciences», *Revue scientifique*, janvier-juin 1891, 3^e série, n° 21, pp. 481-488.

C. HERMITE

1881 : «Lettre à Gösta Mittag-Leffler», *Cahier du séminaire d'histoire des mathématiques*, Paris, 1984, n° 5.

F. HOEFER

1874 : *L'histoire des mathématiques*, Paris, Hachette, 1874.

M. HULIN

1985 : «L'enseignement de la physique dans le secondaire : faire le point après vingt-cinq ans de réformes» ; publié dans M. Hulin 1992, pp. 137-145.

1988 : «Les leçons de la déconvenue», *Ibid.*, pp. 19-24.

1992 : *Le Mirage et la Nécessité*, Paris, Presses de l'École normale supérieure et Palais de la découverte, 1992.

N. HULIN

1983 : «Une épreuve d'histoire des sciences aux agrégations scientifiques dans la deuxième moitié du XIX^e siècle», *Revue de synthèse*, II^e S n° 109, pp. 53-73.

1984 : «L'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique : aperçu historique», *Revue française de pédagogie*, n° 66, 1984, pp. 15-27.

1989 : *L'organisation de l'enseignement des sciences*, Paris, CTHS, 1989 (voir plus particulièrement pp. 142-146 et pp. 212-221).

1990 : «Les doctorats dans les disciplines scientifiques au XIX^e siècle», *Revue d'histoire des sciences*, XLIII/4, 1990, pp. 401-426.

1992 : «La formation des professeurs : savoir disciplinaire et qualification pédagogique. Perspective historique (XIX^e-XX^e siècles)», *BUP*, n° 740, janvier 1992, pp. 97-120.

1993 : «Faire une histoire de l'enseignement scientifique», *Didaskalia*, n° 2, 1993, pp. 61-72.

1995 : (en collaboration P. Chairopoulos) «Sur la trace de Joule dans les programmes scolaires», *Les cahiers de Science et Vie*, hors série n° 29, octobre 1995, pp. 86-92.

1996a : «L'enseignement de la physique : permanences et décalages», dans *Les sciences au lycée*, Paris, Vuibert et INRP, pp. 107-118.

1996b : «Constitution de la physique moderne et nouvelle conception de l'enseignement de la discipline», *Ibid.*, pp. 55-68.

J. JOUBERT

1899 : Témoignage dans *Enquête parlementaire sur l'enseignement secondaire (Enquête Ribot)*, t. 2, pp. 51-52, Paris, Imprimerie de la Chambre des députés, 1899.

C. JOURDAIN

1857 : *Rapport sur l'organisation et les progrès de l'instruction publique*, Paris, Imprimerie impériale, 1867, pp. 95-96.

A. KASTLER

1984 : Motion (adoptée par l'Académie) «Pour l'histoire des sciences et des techniques dans l'enseignement scientifique».

P. LANGEVIN

1904 : «L'esprit de l'enseignement scientifique», *Conférences du Musée pédagogique*, Paris, Imprimerie nationale, 1904, pp. 73-95.

1926 : «La valeur éducative de l'histoire des sciences», *La Pensée et l'Action*, Paris, Les éditeurs français réunis, 1950, pp. 194-211 (voir pp. 195, 199-200, 209-210).

1931 : «Contribution de l'enseignement des sciences physiques à la culture générale», *Ibid.*, pp. 212-236 (voir pp. 212, 221, 232, 234).

1944 : «Culture et humanités», *Ibid.*, pp. 245-257.

H. Le CHATELIER

1898 : «L'enseignement scientifique général dans ses rapports avec l'industrie», *Revue générale des sciences*, 1898, n° 9, pp. 98-106 (voir p. 104).

J.L. LEWIS

1972 : «The history of science and its place in a physics course», *Teaching school physics*, UNESCO, 1972, pp. 122-133.

E. MENDOZA

1980 : Lettre.

L. PASTEUR

1858 : dans *Œuvres de Pasteur*, t. 7, *Mélanges scientifiques et littéraires*, Paris, Masson, 1939, pp. 160-163 et 167.

E. PÉCLET

1847 : *Traité de physique*, Paris, Hachette, 4^e édition 1847.

L. POINCARÉ

1904 : «Les méthodes d'enseignement des sciences expérimentales», *Conférences du Musée pédagogique*, Paris, Imprimerie nationale, 1904, pp. 47-70 (voir pp. 64-66).

Proceedings

1970 : *History in the teaching of physics* (Proceedings of the international working seminar on the role of the history of physics in physics education), University Press of New England, Hanover, New Hampshire, 1972.

1983 : *Using history of physics in innovatory physics education* (Proceedings of the international conference), Pavie, La Goliardica Pavese, 1983.

1986 : *Science education and the history of physics* (Proceedings of the multinational teacher/teacher training conference), University of Aarhus (Denmark).

1988 : *Enseignement scientifique et histoire de la physique* (Actes du colloque), Paris, Université Paris XI-Orsay, Cité des Sciences et de l'Industrie, 1989.

E. RENAN

1890 : *L'Avenir de la science*, réédition Paris, Flammarion, 1995 avec une présentation d'Annie Petit.

A. REYMOND

1928 : «L'histoire des sciences et sa valeur éducative dans l'enseignement secondaire», *Philosophie spiritualiste*, t. 2, Paris, Vrin, 1942, (voir pp. 63-64).

1934 : «Réflexions sur l'enseignement d'histoire des sciences», *Ibid.*, pp. 55-62.

J. TANNERY

1891 : «Les licences et les agrégations scientifiques», *Revue internationale de l'enseignement*, 1891/2, p. 483.

R. TATON

1969 : «L'histoire dans les facultés des sciences», *Revue de l'enseignement supérieur*, n° 44-45, 1969, pp. 137-141.

J. VIOLLE

1884 : *Cours de physique*, t. 1 : *Physique moléculaire*, Paris, Masson, 1884.

Bibliographie complémentaire

Stephen G. BRUSH

«The role of history in the teaching of physics», *The physics teacher*, vol. 7, n° 5, mai 1969, pp. 271-280 et «On the distortion of the history of science in science education», *Science education*, 63(2), 1979, pp. 277-278 et 64(1), 1980, p.123.

J.B.T. Mc CAUGHAN

«Capillarity - a lesson in the epistemology of physics», *Physics education*, n° 22, 1987, pp. 98-106.

S. CHEINET

«Valeur humaniste d'une histoire de la pensée scientifique dans l'enseignement du second degré», *La Pensée*, n° 165, septembre-octobre 1972, pp. 25-28.

I. Bernard COHEN

«A sense of history in science», *American journal of physics*, vol. 18, 1950, pp. 308-311.

R.H. DOTT Jr

«A historical approach for teaching introductory geology», *Journal of college science teaching*, septembre 1980, pp. 21-22.

Danielle FAUQUE

«To use the history of science in scientific education in literary forms», dans *Proceedings 1986*, pp. 163-169.

«L'enseignement de l'histoire des sciences dans les classes du secondaire», *BUP*, n° 712, mars 1989, pp. 417-426.

Brian GEE

«The role of the history of physics in physics education», *Physics education*, vol. 7, 1972, pp. 50-52 et 521-522 et «Some suggestions for the use of the history of physics in a physics course», *Ibid.*, pp. 53-57.

Walter E. GROSS

«The history of the physical sciences in the two-year college curriculum», *Journal of college science teaching*, septembre 1980, pp. 19-21.

Clement L. HENSHAW

«Do students find history interesting in physical science courses ?», *American journal of physics*, vol. 18, 1950, pp. 373-377.

George B. KAUFFMAN

«History in the chemistry curriculum : pros and cons», *Annals of science*, n° 36, 1979, pp. 395-402.

Luce LANGEVIN

«L'importance de l'histoire des sciences dans l'éducation», *La Pensée*, n° 165, septembre-octobre 1972, pp. 12-20.

Alfred LEITNER

«Stories of discovery stimulate the physics major - A polemic, with examples», *Journal of college science teaching*, septembre 1980, pp. 28-33.

R.B. LINDSAY

«Concept of energy as the theme of a general education course in physics», *American journal of physics*, vol. 26, n° 5, 1958, pp. 290-296.

Douglas P. NEWTON

«A frame work for humanised physics teaching», *Physics education*, n° 22, 1987, pp. 85-90.

Lesnello PAOLINI

«Chemistry as a part of culture : a challenge to chemical education», *European journal of science education*, vol. 3, n° 2, 1981, pp. 139-144.

Elisabeth C. PATTERSON

«History as an introduction to science», *Journal of college science teaching*, septembre 1980, pp. 15-18.

J. ROCHE

«Explaining electromagnetic induction : a critical re-examination. The clinical value of history in physics», *Physics education*, n° 22, 1987, pp. 91-99.

P.J. ROGERS

«Epistemology and history in the teaching of school science», *European journal of science education*, vol. 4, n° 1, 1982, pp. 1-27.

J. ROSMORDUC

«Les héritiers de Langevin», *BUP*, n° 590, 1977, pp. 431-444.

Thomas L. RUSSELL

«What history of science, how much, and why ?», *Science education*, 65(1), 1981, pp. 51-64.