

Caractère expérimental de l'enseignement de la physique XIX^{ème} - XX^{ème} siècles

par Nicole HULIN
Université de Paris VI et Centre Alexandre Koyré

Cet article est la suite de celui publié dans le B.U.P. n° 748, Novembre 1992.

SECONDE PARTIE - LE XX^{ème} SIÈCLE

La réforme de 1902

Cette réforme, qui tend à instaurer un nouvel esprit dans l'enseignement scientifique, apporte des modifications importantes pour l'enseignement de la physique avec l'introduction des exercices pratiques dans les lycées et du montage de physique à l'agrégation [36]. Nous avons déjà noté les attaques de Bouasse contre les méthodes de l'enseignement secondaire de la fin du XIX^{ème} siècle ; il est aussi intéressant de rappeler la position de Le Châtelier [37] qui suggère une orientation vers un exposé synthétique du cours. «On pourrait, écrit-il, en continuant à traiter les mêmes questions expérimentales [...], s'attacher plus qu'on ne le fait aujourd'hui à mettre en évidence leurs relations mutuelles», ainsi pourrait s'atténuer dans une certaine mesure «l'inconvénient des listes innombrables de petits faits indépendants étudiés aujourd'hui en vue des examens». Et il suggère de prendre comme point d'ancrage les trois principes fondamentaux de l'énergétique dont celui de conservation de l'énergie.

Notons aussi les critiques formulées à l'égard de cet enseignement par l'inspecteur général Lucien Poincaré lorsqu'il présente [38], en 1904, la récente réforme :

«A chaque fait que l'on citait, à chaque loi que l'on énonçait, on joignait la description détaillée d'un instrument particulier, on se complaisait dans cette description, on y insistait, et petit à petit, dans l'esprit des élèves, l'appareil prenait des proportions énormes»,

ajoutant

«sous prétexte de rigueur, on exposait longuement les particularités les plus minimes, on expliquait les plus petites corrections dont quelques unes, dans les conditions où on les faisait, étaient véritablement absurdes ; parce qu'elles supposaient une précision qui ne saurait être atteinte ; on donnait des chiffres avec des décimales fantastiques et on laissait ignorer le véritable ordre de grandeur des phénomènes les plus usuels !»

Et il en vient ainsi à la conclusion que :

«Les deux changements qui s'imposaient comme les plus pressants et les plus nécessaires étaient d'accentuer, d'une part, le caractère expérimental de l'enseignement et d'autre part, de revenir dans l'exposition à la méthode inductive»,

affirmant aussi la nécessité que «l'élève acquière nettement l'idée de ce qu'est une mesure».

Lors de la réforme de 1902 [39] l'enseignement est partagé en deux cycles. Dans le premier cycle on distingue deux divisions dont l'une sans latin où l'enseignement des sciences physiques - «fondé sur les expériences» - débute en classe de 4^{ème} (2 heures sur un volume horaire total de 24). Les exercices pratiques [40] sont introduits dans les sections C et D du second cycle à raison de 2 heures pour respectivement 3 heures de cours en 1^{ère} et 2^{nde} et 5 heures de cours en classe de mathématiques. On conseille aux professeurs de ne pas utiliser pour ces exercices des appareils dispendieux ou délicats, de savoir se limiter à des observations qualitatives, mais parfois et même le plus souvent d'aller jusqu'à la mesure pour obtenir des ordres de grandeur, de se borner à des expériences d'une grande simplicité.

«Le professeur attachera la plus grande importance aux exercices pratiques. Il apportera à leur préparation et à leur exécution les mêmes soins et la même attention qu'aux leçons proprement dites. La plus large initiative lui est laissée pour le choix des exercices pratiques».

Pour les élèves des sections A et B l'enseignement de sciences physiques ne comporte que des cours (1 heure en 2^{nde} et 1^{ère}, 3 heures en classe de philosophie), la présentation de la physique en 2^{nde} est fondée sur les expériences et il est clairement affirmé que l'objectif n'est pas de former des physiciens de profession.

Avec l'institution de ces travaux pratiques obligatoires, les conditions du professorat de physique sont profondément modifiées et c'est alors que prend naissance le projet d'une sorte de «Mutuelle des Idées» qui mène à la constitution en 1906, de l'Association des physiciens et à la publication des premiers numéros du *B.U.P.* En 1905, avec le concours de la Société de physique et l'aide de l'inspecteur général Joubert, président de la commission du matériel scientifique des lycées, une exposition spéciale est organisée pour les appareils construits par les professeurs ou l'industrie privée en vue des exercices pratiques dont le ministre souhaite assurer le développement. Dans une lettre du 20 février adressée aux recteurs il écrit [41] :

«Il y aurait un grand intérêt, pour l'enseignement de la physique, à ce qu'un certain nombre d'appareils construits par des professeurs fussent envoyés à cette exposition».

Cette réforme de 1902 est présentée dans un ensemble de conférences au Musée pédagogique dont M. Ascoli donne un résumé [42] dont nous tirons les éléments essentiels. Dans l'enseignement secondaire les études scientifiques doivent constituer de véritables humanités scientifiques. Il faut faire une part plus large à l'expérience et à l'induction, montrer aux élèves comment la science se fait et non une science toute faite ; pour bien leur faire comprendre la marche de la science, il faut les faire travailler eux-mêmes. C'est des sciences expérimentales que viennent deux notions essentielles : celle de vérité positive c'est-à-dire du fait expérimentalement constaté et celle de loi naturelle. Dans son intervention L. Poincaré ajoute :

«La méthode expérimentale bien comprise ne développera pas seulement l'esprit d'examen et le sens critique en apprenant comment on doit interroger la Nature [...] elle doit enseigner à manier l'induction scientifique, et par conséquent, à construire une hypothèse»,

et critique les méthodes d'enseignement précédemment employées :

«L'importance des lois physiques, qui semblaient des énoncés a priori, au lieu d'être imposées par les faits, disparaissaient entièrement, tandis que le rôle de l'expérience, réduite à une simple vérification, était complètement dénaturé».

Pour rendre aux sciences physiques leur valeur éducative il faut obliger l'élève à utiliser la méthode par laquelle la science progresse ; ainsi, «l'élève, ayant constaté lui-même des faits, grâce à des observations et des expériences nombreuses [...] ayant découvert [43], sous la sug-

gestion du professeur, la loi qui les unit, ayant imaginé, toujours grâce à la même suggestion, des expériences de contrôle, aura [...] acquis la notion de certitude scientifique». Toutefois, abandonnant la méthode inductive, on pourra avoir recours à «l'une de ces grandes coordinations de la science qui, comme le principe de la conservation de l'énergie, commandent aujourd'hui les sciences expérimentales» et ne pas craindre de prendre ce principe comme point de départ et d'y rattacher systématiquement tous les faits. En conclusion pour «faire de l'enseignement scientifique un véritable instrument de culture générale, il importe de placer à sa base l'expérience», il faut «montrer la Science telle qu'elle est, en possession de quelques certitudes, en acquérant de nouvelles chaque jour, et cherchant cependant à en acquérir toujours davantage».

A la suite de l'exposé de L. Poincaré, Abraham intervient [44] au sujet de la recommandation faite aux professeurs «d'éviter l'emploi des appareils spéciaux trop coûteux et parfois trop peu démonstratifs». «Certes, il vaut mieux ne prendre que *les instruments les plus communs et des prix les plus modiques*», mais «les appareils spéciaux que l'on proscriit sont le plus souvent des appareils *tout montés* qu'il n'y a qu'à prendre dans les vitrines, à vérifier, et à apporter en classe». Or «il faut plusieurs heures au professeur et au préparateur pour régler et installer les *expériences simples* qui vont illustrer une heure de leçon» et «il faut plus de temps encore pour préparer une série de manipulations». Abraham énonce alors un certain nombre de nécessités : obtenir des heures supplémentaires suffisamment rémunérées, constituer de petits ateliers avec tour et établi, dédoubler les classes nombreuses de manière à ce que seulement une vingtaine d'élèves manipulent ensemble.

Les instructions pour l'*agrégation* des sciences physiques [45], rédigées par le jury de 1902, sont dans le même esprit que les recommandations pour l'enseignement secondaire. Remarquons que ce jury comprenait les deux inspecteurs généraux J. Joubert et L. Poincaré ainsi que H. Bouasse. En ce qui concerne les leçons, le conseil est donné aux candidats de ne pas surcharger la table de tous les appareils qu'ils trouvent sous leur main ; d'ailleurs «les collections sont encombrées d'appareils surannés, mal conçus ou même absurdes, qui doivent disparaître» et «le jury tient grand compte du choix judicieux des appareils employés, surtout si ces appareils, comme c'est possible dans beaucoup de cas, ont été réalisés simplement et élégamment par le candidat lui-même». Dans les descriptions d'appareils ou d'expériences le candidat doit s'attacher à bien mettre en évidence l'essentiel «laissant

de côté tout ce qui est accessoire ou contingent». Au sujet des manipulations le jury note que «les candidats y font preuve d'une grande inexpérience» et d'ignorance à l'égard des instruments d'optique, puis souligne que «c'est par le maniement et l'usage des instruments, par l'exécution d'expériences simples mais faites avec soin, bien plus que par toutes les lectures, que se développe l'esprit scientifique du physicien et le sens expérimental», remarquant qu'il n'est pas besoin, pour cela, d'appareils coûteux ou d'installation privilégiée et concluant que l'épreuve de la manipulation joue souvent un rôle capital pour les candidats, pouvant décider de leur sort dans les cas douteux. Même l'épreuve du problème [46] sert à juger de l'habitude des candidats à utiliser les procédés des sciences expérimentales.

En 1904 des modifications sont apportées au concours d'agrégation [47]. Dans les épreuves définitives est introduite une nouvelle épreuve, consistant à «dresser le programme des opérations à effectuer pour une leçon de lycée indiquée par le jury et les effectuer». C'est le début du montage de physique. Remarquons que c'est en 1958 que sera défini le montage de chimie ; au début du XX^{ème} siècle il y a la «manipulation de chimie comportant l'analyse d'un mélange de sels et un exercice pratique sur le montage d'un appareil incluant du soufflage de verre».

Première moitié du XX^{ème} siècle

Compte tenu de la place nouvelle faite à l'expérimentation dans l'enseignement secondaire, il paraît opportun à la Société Française de Physique de publier un recueil d'expériences de physique à l'intention des professeurs. Grâce au concours d'un grand nombre de physiciens ce projet est mené à bien sous la direction de Henri Abraham, secrétaire général de la SFP, et l'ouvrage, en deux volumes, paraît [48] en 1904. Le premier chapitre, consacré aux travaux d'atelier, est rédigé par Jules Lemoine «en s'inspirant des cours de travail manuel qui ont été réorganisés à l'École Normale Supérieure».

Dès 1901, H. Bouasse et L. Brizard [49] insistaient sur la nécessité que les élèves puissent se rendre compte du fonctionnement des appareils et soient capables d'en donner une représentation correcte. Présentée comme le modèle des sciences expérimentales la physique doit intéresser aussi le futur médecin [50] : elle apprend l'expérience et forme l'esprit aux procédés des sciences expérimentales.

Avec les programmes de 1925 les sciences mathématiques et physiques ont le «même développement pour tous les élèves» de l'enseignement secondaire. Au niveau de la classe de mathématiques spéciales certains auteurs [51] font des recommandations pour «éveiller le goût de l'étude des sciences physiques en montrant le rôle fondamental de l'expérience, la coordination des résultats par des hypothèses et des théories générales, la beauté de ces spéculations, l'importance considérable de ces disciplines dans le domaine de l'économie mondiale par leurs applications chaque jour plus étendues». Le caractère expérimental de la physique est vigoureusement souligné dans les ouvrages du secondaire. Ainsi E. Voisin [52] affirme dans son cours de 2^{nde} : «l'expérience avant toute chose», et considère que la méthode qui conduit l'élève, par ses propres expériences, à la découverte des résultats scientifiques importants est d'un puissant effet éducatif. D'ailleurs dans la préface de l'ouvrage, Le Châtelier affirme :

«Il ne suffit même pas de regarder des expériences faites au cours par le professeur. Il faut les avoir répétées soi-même».

Dans l'ouvrage de Voisin chaque chapitre commence par un rapel des faits d'usage courant et la présentation d'expériences faciles ; puis vient la description de quelques unes des méthodes les plus simples pour la mesure avant de donner l'ordre de grandeur des phénomènes et d'énoncer les lois. Comme le note J. Olmer [53] la manière de présenter la physique dépend de la classe ; en seconde on utilise «la méthode employée au début de chaque science» qui consiste à observer, comparer, sans idée préconçue, rassembler les résultats et dégager un certain nombre de lois expérimentales ; dans la deuxième méthode de présentation, on admet un petit nombre de principes très généraux, résultant d'un mélange d'hypothèses et d'expériences, on déduit par l'algèbre et la géométrie des conséquences, puis on passe à la vérification expérimentale. Mais insiste cet auteur, il ne faut «pas oublier que la physique est une science expérimentale» et, dans son cours de 1^{ère}, il recommande de «s'exercer à faire les expériences simples qui terminent les chapitres». Dans cette période on affirme aussi l'intérêt du problème de physique [54] qui peut permettre de développer l'esprit critique, le souci de la réalité et le bon sens en comparant les résultats aux faits expérimentaux.

Dans les années 1930 sont publiés les ouvrages de M. Ginat [55] de conception originale. Ayant affirmé dans son ouvrage pour la classe de 1^{ère} :

«Il est entendu qu'un cours de physique ne saurait être qu'expérimental»,

il propose des expériences pour le cours en indiquant le matériel adéquat ainsi qu'une série de travaux pratiques. De même dans le cours de la classe de mathématiques il donne des indications sur un nouveau matériel que les nécessités expérimentales l'ont amené à créer. Et il affirme avec force :

«L'intérêt d'une question, en physique, tient plus à l'expérimentation qu'à l'organisation de l'exposé».

Ce militantisme pour l'aspect expérimental de l'enseignement de la physique est en accord avec les textes officiels comme, par exemple, la circulaire de 1931 [56] qui recommande de «donner aux élèves le sentiment net et le spectacle direct de ce qu'est observer un phénomène, monter une expérience, vérifier une loi» ou les instructions du 20 juin 1947 [57] qui précisent la marche du cours dans les classes terminales :

«Le Maître, avec l'aide de son auditoire, indique d'abord s'il y a lieu les faits concrets qui établissent l'existence du phénomène qu'il veut étudier ; il le précise par quelques expériences qualitatives simples puis, [...] il aborde son examen quantitatif, effectue rapidement quelques mesures qui lui permettent de dégager les lois».

Recommandation est aussi faite de la méthode inductive, avec une éventuelle tolérance de la méthode déductive «particulièrement rapide, simple et claire», à condition de montrer aux élèves le caractère artificiel du procédé au point de vue de l'édification de la science.

En 1937 se tient à Paris le Congrès international de l'enseignement expérimental [58] sous la présidence de l'inspecteur général Lamirand qui considère qu'une base solide se trouve dans «le fond même de la réforme de 1902», mais qu'un problème de matériel se pose ; il critique les appareils camelotes proposés par les constructeurs et le prix excessif des appareils sérieusement établis. Dans son intervention Edouard Le Roy, professeur au Collège de France, souligne que les sciences physiques permettent de familiariser avec la méthode expérimentale qu'il explicite :

«le rapprochement, la fécondation réciproque et le mutuel contrôle de l'idée théorique et du constat sensible».

Mais l'élève devant avoir une maturité suffisante, l'enseignement de la physique ne peut débiter avant la seconde. Le cours doit être accompagné de manipulations ; la «véritable expérience formatrice» n'est pas

passive, il convient donc que l'élève la prépare, la monte lui-même et la fasse effectivement. La vice-présidente de l'U.d.P., Mademoiselle Courtin, souhaite, de son côté, une initiation en classe de 6^{ème} avec «observation» et «expérimentation», les expériences étant en presque totalité qualitatives, et ceci sous la direction d'un maître spécialisé qui « domine de haut les questions» et puisse faire les choix adéquats. Rappelant la recommandation faite en 1902 d'un exposé inductif qui évite de se faire une idée fausse des sciences expérimentales, elle attire l'attention sur la circulaire de 1906 concernant le baccalauréat :

il faut que «l'énoncé de la loi ne vienne sous la plume de l'élève que comme conclusion des expériences rapportées».

Roubault, quant à lui, cite Lapie ; il faut aller plus loin que les réformateurs de 1902 pour donner à l'élève la féconde illusion de la découverte. Donc, au lieu de manipulations postérieures au cours il propose :

- «observation active, excitée la première» ;
- «induction du fait à la cause» ;
- «exercices de déduction et d'application».

De toutes ces interventions se dégage un certain consensus. La prise de position d'un professeur honoraire au lycée de Casablanca, Vallory, se situe à contre courant. A propos des «travaux *dits* pratiques», il explique que :

«pour des bénéfices douteux obtenus en les manipulations pendant un long temps d'exercice purement musculaire notre sujet de culture est privé des bénéfices intellectuels certains qu'il acquerrait en un bien moindre temps d'une classe convenablement conduite».

Quant à la dénomination de ce congrès de l'enseignement expérimental il émet des réserves sur ce choix ; il supposera donc parler en un «congrès de l'enseignement des sciences expérimentales» réuni pour un échange de vues sur le «meilleur emploi» de l'expérience dans les divers enseignements de ces «sciences à expériences». Et il ajoute :

«Je ne crois pas qu'on puisse présumer autre chose de l'expérience qu'une plus vive illumination des esprits [...] plus qu'une aide [...] ni surtout qu'elle puisse primer la clarté logique résultant d'exposés soigneusement travaillés».

A ce point rappelons la critique de G. Bachelard [59] concernant «la science expérimentale des instructions ministérielles» :

«Pesez, mesurez, comptez ; méfiez-vous de l'abstrait, de la règle ; attachez les jeunes esprits au concret, au fait. Voir pour comprendre, tel est l'idéal de cette étrange pédagogie. Tant pis si la pensée va ensuite du phénomène mal vu à l'expérience mal faite. Tant pis si la liaison épistémologique ainsi établie va du prélogique de l'observation immédiate à sa vérification toujours infaillible par l'expérience commune, au lieu d'aller du programme rationnel de recherche à l'isolement et à la définition expérimentale du fait scientifique toujours factice, délicat et caché.»

Les années 1970-1980

1. La commission Lagarrigue

Dans l'important rapport qu'il présente, en octobre 1971, à la Commission Lagarrigue Michel Hulin explique [60] :

«Les sciences physiques sont à la charnière entre le concret et les procédures techniques, et des structures abstraites qu'utilise et enrichit l'activité théorique. Cette dualité caractéristique doit «passer» dans l'enseignement avec le maximum d'authenticité».

Cette nécessité de respecter, autant que possible, les caractéristiques épistémologiques de la discipline constitue un élément nouveau du discours sur l'enseignement. Mais, les sciences physiques «introduisent un élément spécifique : la confrontation, passive puis active, par l'observation puis l'expérimentation, avec le concret», élément sur lequel «il conviendrait d'insister si on veut leur faire jouer leur rôle de discipline fondamentale, et assurer l'équilibre de tout l'enseignement scientifique français entre les aspects théoriques et expérimentaux». Le rapport affirme aussi la nécessité de fonder un enseignement original d'initiation en 4^{ème} et 3^{ème}, «aussi peu formalisé que possible» avec un début de pratique expérimentale». La Commission souhaite même l'introduction des sciences physiques dès la 6^{ème}, comme l'indique une lettre d'André Lagarrigue, en date du 5 mai 1972, adressée à André Kahane responsable d'une expérience d'enseignement scientifique intégré en 6^{ème}-5^{ème} à Grenoble. La demande de l'introduction de cette initiation dans toutes les classes de premier cycle est incluse dans le

rapport de février 1974 [61] qui affirme par ailleurs que le but poursuivi par la Commission n'est pas de former des physiciens ou des chimistes mais de :

«profiter de la démarche spécifique des sciences expérimentales pour inculquer aux élèves l'idée fondamentale que le progrès scientifique, dans son ensemble, correspond à une interaction dialectique entre observation, manipulation, élaboration de modèles progressivement mathématisés, pour finalement revenir à l'expérimentation».

A la réunion du 17 novembre 1975, Michel Hulin [62] revient sur une affirmation de la Commission concernant l'originalité des sciences physiques, en particulier par opposition aux mathématiques, due à leur caractère de sciences expérimentales et la nécessité de faire apparaître ce caractère de manière déterminante au niveau de l'enseignement. Sans remettre en question la nécessité de cette composante expérimentale, il «pense qu'il serait opportun d'approfondir les modalités précises de son intervention au niveau proprement pédagogique». Faisant référence aux dialogues des juges d'Ondine dans Giraudoux pour rappeler les limites de la méthode expérimentale, il souligne que «le physicien mène son expérimentation dans le cadre d'une théorie au moins ébauchée», les renseignements qu'il en tire étant «largement déterminés par ses présupposés théoriques», puis conclut que rien n'interdit de «respecter cette précedence de la réflexion sur l'expérimentation au niveau même de l'enseignement». La démarche caractéristique de la physique et «un aller-retour permanent entre la réflexion théorique et la pratique expérimentale», «l'ensemble forme un tout, qui ne vaut que par l'échange entre ses parties» [63]. Dans un texte de 1987 [64] Michel Hulin souligne que la physique, science expérimentale, est, de ce fait, «souvent présentée comme devant permettre [...] d'introduire les étudiants aux vertus de la méthode expérimentale» ; aussi convient-il de voir les modalités de la mise en œuvre de ladite méthode expérimentale dans la pratique des laboratoires ainsi que du recours à l'expérimentation dans l'enseignement élémentaire de physique. Dans ce cas,

– «la référence à l'expérience prend souvent l'aspect, dans les cours ou dans les manuels, de fausses démonstrations tout entachées encore des naïvetés de la “redécouverte”» ;

– «les manipulations font recours à un matériel “didactique” hors de prix et “ad hoc”, qui enlève l'essentiel de leur intérêt aux manipulations car il s'agit d'un matériel “modèle”, imposé dans une structure figée aux élèves» ;

et il conclut : «à la limite, le recours expérimental devient purement idéologique».

Dans cette période de la Commission Lagarrigue on tente de faire évoluer la forme du problème de physique [65] au baccalauréat en y incluant l'étape de modélisation, en introduisant des exercices de type varié ancrés sur des situations expérimentales.

2. Les rapports de 1989

En mars 1989 la commission présidée par P. Bourdieu et F. Gros, à laquelle participait P. Bergé, fait un certain nombre de recommandations. Elle insiste sur l'importance, dans le cas des sciences expérimentales, des épreuves pratiques qui permettent d'évaluer l'inventivité, le sens critique et le «sens pratique». Elle affirme qu'il faut «privilégier les enseignements qui sont chargés d'assurer l'assimilation réfléchie et critique des modes de pensée fondamentaux (comme le mode de pensée déductif, le mode de pensée expérimental ou le mode de pensée historique». «Il faudrait notamment rendre plus clairement perceptible la spécificité du mode de pensée expérimental».

En octobre 1989, le rapport de la mission sur l'enseignement de la physique [66], présidée par P. Bergé, insiste sur le caractère expérimental de la physique et sur un apprentissage inductif :

«La physique, influencée peut-être par son allié inséparable (et actuellement dominatrice), les mathématiques, a progressivement et insidieusement formalisé son enseignement [...] La démarche, les raisonnements, sont souvent déductifs et dogmatiques [...]

Pourtant, la physique, science expérimentale par excellence, doit voir son enseignement s'appuyer sur des faits et des phénomènes avant de les modéliser et les mathématiser : on doit privilégier la méthode inductive et le recours systématique à l'expérience».

Même affirmation qu'au début du siècle ! Mais il faut des moyens en personnel, matériel et locaux «pour présenter de belles expériences et, encore mieux, faire construire des expériences aux élèves». Mêmes difficultés qu'au moment de la réforme de 1902 !

«En résumé, il faut, dit le rapport, mettre sans cesse l'accent sur les aspects concrets de la physique». Pour l'examen il faut effectuer «une évaluation expérimentale», «tester la méthodologie et l'aptitude au raisonnement expérimental autant que le savoir ponctuel, la compréhension qualitative avant l'exactitude de l'application numérique, et

l'imagination et la créativité des élèves». Au collège la physique doit être introduite dès la classe de 6^{ème} «essentiellement à titre d'initiation à une science expérimentale» ; au lycée, en 2^{nde}, on fait «acquérir les premiers outils de l'expérimentation et de la formalisation», on tire les notions de base des lois ou principes illustrés d'expériences de cours.

A partir de 1990 l'épreuve écrite du baccalauréat [67], composée de cinq questions indépendantes dont trois de physique, doit prendre en compte nettement le caractère expérimental de la physique (et la chimie) ; aussi une des questions est obligatoirement en relation avec les travaux pratiques et le nombre de points qui lui est attribué est au minimum de 5 sur 20.

CONCLUSION

Bien évidemment, la conception de l'enseignement de la physique est fortement dépendante du niveau où intervient cet enseignement, avec en 6^{ème}-5^{ème} la recommandation d'une présentation peu ou pas formalisée.

La place de l'instrument souligne l'insistance mise dans l'enseignement sur l'aspect expérimental dans certaines des modalités de son intervention (recours à l'expérience, habileté manipulative). Le rôle de l'expérience dans cette science à la fois expérimentale et formalisée est laissé le plus souvent dans l'ombre, mais le problème se pose de restituer la physique dans son authenticité et son originalité. Henri Poincaré remarquait [68] :

«Nous savons tous qu'il y a de bonnes expériences et qu'il y en a de mauvaises. Celles-ci s'accumuleront en vain [...] On dit souvent qu'il faut expérimenter sans idée préconçue. Cela n'est pas possible ; non seulement ce serait rendre toute expérience stérile, mais on le voudrait qu'on ne le pourrait pas».

L'affirmation du caractère expérimental de la physique et de son intérêt pour familiariser l'élève avec la méthode expérimentale est une manière de la distinguer des mathématiques et de justifier sa place dans la culture secondaire. Ainsi L. Liard affirme [69], en 1904 :

«Dans l'ensemble, l'éducation scientifique de la jeunesse française paraît avoir été trop tournée vers les mathématiques abstraites et pas assez vers les sciences expérimentales [...]

Il fallait donc que l'enseignement des sciences physiques devînt expérimental et inductif, qu'il fit d'abord appel aux faits et qu'il habituât peu à peu l'élève à voir comment du fait sortent les lois».

Ce type de position se retrouve au milieu du XX^{ème} siècle, par exemple dans l'avertissement d'un ouvrage de physique [70] :

«Nous avons eu le souci permanent de la méthode expérimentale ; nous pensons que c'est la seule façon de justifier la place donnée aux sciences physiques dans la culture secondaire.»

Dans les années 1920 certains ont fait remarquer qu'on pourrait «concevoir fort bien deux espèces d'enseignements scientifiques, l'un à tendances plus mathématiques, l'autre à tendances plus expérimentales» [71]. D'où la question de savoir, si à un certain moment des études, il n'y aurait pas lieu de laisser «la possibilité d'opter entre ces deux types d'enseignement, l'un plus abstrait, l'autre plus concret».

L'insistance sur le caractère expérimental de la physique est un élément permanent du discours sur l'enseignement de cette discipline, avec des modulations. Or l'analyse de ce que sous-entend l'expression «insister sur le caractère expérimental de la physique» est tout à fait fondamentale, car cette affirmation peut recouvrir des intentions différentes. Ainsi on peut noter une certaine ambiguïté dans les positions affirmées de la Commission Lagarrigue au sujet du caractère expérimental de l'enseignement, du fait de la place de choix faite à la physique microscopique ; mais, c'est aussi une manière de situer la physique par rapport aux mathématiques dont l'enseignement vient d'être réformé (réforme des mathématiques modernes). Si la même affirmation du caractère expérimental de la physique apparaît dans le «rapport Bergé», elle doit être située dans un autre contexte, celui d'un nouvel intérêt porté ces dernières années à la physique macroscopique. Lorsqu'au milieu du XIX^{ème} siècle le chimiste J.B. Dumas, qui milite pour le développement de l'enseignement scientifique, insiste sur le caractère expérimental de l'enseignement des sciences physiques, son objectif est de le rendre accessible «pour la masse des élèves» et, pour atteindre ce but, il considère nécessaire de le rendre «plus expérimental et plus pratique» ; mais c'est aussi pour lui l'occasion d'affirmer la différence entre physique et mathématiques et de confirmer, indirectement, le bien-fondé du couplage physique-chimie par rapport au couplage mathématiques-physique dans l'enseignement.

Pour la physique, cette discipline dont le caractère expérimental est si systématiquement souligné, il faut noter la place réservée aux épreuves et travaux pratiques :

- introduction d'épreuves pratiques à l'agrégation de sciences en 1852 ;
- introduction des travaux pratiques dans les lycées en 1902 ;
- instauration du montage de physique à l'agrégation de sciences physiques en 1904.

Mais il conviendrait d'analyser la forme donnée à ces exercices et la finalité qui leur est réellement assignée.

NOTES

- [36] Soulignons aussi qu'avec la création, en 1904, d'un second groupe au concours d'entrée de l'ENS pour recruter des naturalistes, sont introduites des épreuves pratiques de physique.
- [37] H. Le CHÂTELIER, «Physique générale, la science de l'énergie dans l'enseignement secondaire», *Revue Scientifique (Revue Rose)*, n° 21, 4^{ème} série, tome 1, janvier-juin 1894, p. 641.
- [38] Conférence au Musée pédagogique (1904), *Recueil des conférences*, Paris, Imprimerie nationale, 1904.
- [39] *Bulletin Administratif*, 1902, n° 71, p. 816, 822-823, 826, 848, 863-864.
- [40] Notons qu'en 1864 (circulaire du 9 juin) des «exercices nouveaux», des manipulations de chimie, sont introduits dans les lycées et collèges pour les élèves se destinant au commerce, à l'industrie ou à l'agriculture. Pour conserver de l'élasticité à cet enseignement pratique, V. Duruy ne fait pas rédiger un programme de manipulations.
- [41] *Archives Nationales*, 61 AJ83
- [42] M. ASCOLI, «Les sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire d'après les conférences au Musée pédagogique», *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 30 mai 1904, p. 496-505.
- [43] Dans une préface intitulée «Du rôle pédagogique des expériences et des manipulations», Bouasse écrit en 1921 :
«A défaut d'idées, une des marottes de Joubert et Poincaré était que les élèves doivent monter eux-mêmes les expériences, sous le prétexte que c'est la méthode par excellence pour apprendre à découvrir. Leur

raisonnement pêchait par la base, puisqu'il ne s'agit pas d'apprendre à découvrir mais très prosaïquement d'apprendre à regarder, et que d'ailleurs la première qualité d'une réforme est d'être applicable». (*Thermodynamique* 2^{ème} partie, Paris, Delagrave, 1925, p. VIII).

- [44] *Op. cit.* n° 38.
- [45] *Bulletin Administratif*, 1902, n° 72, p. 811-813, 817.
- [46] Nicole HULIN, «Le problème de physique aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles : forme, rôle et objectifs, *Histoire de l'Éducation*, n° 54, juillet 1992, p. 14-15.
- [47] *Op. cit.* n° 22.
- [48] H. ABRAHAM, *Recueil d'expériences élémentaires de physique*, Paris Gauthier-Villars, 1904.
- [49] H. BOUASSE et L. BRIZARD, *Physique* (classe de mathématiques), 1901.
- [50] A. TURPAIN, *Leçons élémentaires de physique* (PCN), 1905.
- [51] J. FAIVRE-DUPAIGRE, J. LAMIRAND, L. BRIZARD, *Cours de physique-optique* (Math. spe.), 1926.
- [52] E. VOISIN, *Cours de physique* (classe de seconde), 1928.
- [53] L.J. OLMER, *Physique* (classe de première), 1929.
- [54] *Op. cit.* n° 46.
- [55] M. GINAT, *Physique* (classe de première) 1934 et (classe de mathématiques) 1935.
- [56] *Op. cit.* n° 31, p. 227.
- [57] Citées dans G. DUMESNIL et J. LIFERMAN, *Physique* (classe de mathématiques élémentaires et sciences expérimentales), 1957.
- [58] *Congrès international de l'enseignement expérimental*, Paris, septembre 1937, communications et rapports, fascicule 1.
- [59] G. BACHELARD, Recherches philosophiques 1931-32 dans *Études*, Paris, Vrin, 1970, p. 12.
- [60] *Op. cit.* n° 14, p. 52-59.
- [61] *Ibid.*, p. 74 et 81
- [62] «Quelques suggestions relatives à l'enseignement de la physique dans le second degré» texte publié dans *B.U.P.* n° 730, janvier 1991, p. 31-38. Voir aussi *op. cit.* n° 14, p. 97-102.
- [63] *Op. cit.* n° 14, p. 104.

- [64] *Ibid.*, p.149, 153-154, 157,161.
- [65] *Op. cit.* n° 46, p. 7, 9.
- [66] Rapport de la mission sur l'enseignement de la physique, perspectives d'avenir (octobre 1989), p. 1-3, 12-16, 29, 33 du texte dactylographié.
- [67] *BO*, n° 37, 19 octobre 1989, p. 2376-2377.
- [68] H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion, 1968, p. 158-159.
- [69] Louis LIARD, *op. cit.* n° 38, p. XII-XIII.
- [70] G. RUMEAU, A. BERTRAN, A. GUERAUD, *Physique*, classe de mathématiques, Paris, 1948, avertissement.
- [71] «Enquête sur le rôle et la place des sciences dans l'enseignement secondaire», *Revue universitaire*, 1925 (2), p. 289-292.