

L'histoire des sciences, un vecteur pédagogique en sciences physiques

Les machines à remonter le temps

Les recommandations officielles demandent d'associer l'histoire des sciences à l'enseignement de la physique. Mais souvent les textes sont en décalage avec la réalité. Des résistances se lèvent chez les enseignants, peut-être faute de formation. Placer les élèves en sciences physiques dans une perspective historique témoigne donc d'une volonté quasi "militante" de l'enseignant. Dès que la situation s'y prête, machines anciennes et expériences historiques sont les vecteurs utilisés dans les cours de celui qu'Echanger a rencontré.



Quel intérêt de passer par l'histoire des sciences ?

Au niveau international, le volume de publications françaises en histoire des sciences est faible par rapport à celui d'autres pays. Et pourtant, il existe des spécialistes reconnus. Mais l'histoire des sciences en France vit en marge du monde universitaire alors que *Cambridge*, *Oxford*, le *M.I.T.* ont des chaires d'histoire des sciences.

Pourquoi alors soutenir cette approche dans l'enseignement des sciences physiques ? Il serait sans doute plus rapide d'aller droit au but, d'étudier la notion, de pratiquer la déduction. Mais on aurait alors une idée de la science bien lisse. On ferait croire aux élèves que tout est simple, qu'eux seuls se trompent alors que la science n'est qu'une suite de tâtonnements, d'essais et même d'erreurs et d'échecs. (Au passage, cela soulagera peut-être l'élève de savoir qu'il n'est pas le seul à s'être trompé...) Il est intéressant de montrer des erreurs "historiques" aux élèves car bien souvent ce sont les erreurs qu'eux-aussi commettent. Ainsi, leur représentation initiale rejoint celle d'Ampère : les élèves, comme il y a plus d'un siècle, croient que deux courants se rencontrent pour faire de la lumière. Bien sûr, on peut se demander à quel niveau — collège ou lycée — il faut montrer les erreurs.

En refaisant mentalement le parcours des sciences, les élèves comprennent mieux comment s'élabore la connaissance en sciences, approchent les méthodes de travail des chercheurs. Les élèves apprécient avec plus de justesse la valeur d'une découverte si on les amène à se mettre dans

Extrait d'un document proposé aux élèves suivi d'un questionnaire

L'air dans notre environnement

Document de recherche historique :
COMMENT LAVOISIER A-T-IL DEMONTRÉ QUE L'AIR EST UN GAZ COMPOSÉ ?

Après avoir lu les textes de ce document, répondre aux questions qui se trouvent à la fin de celui-ci.

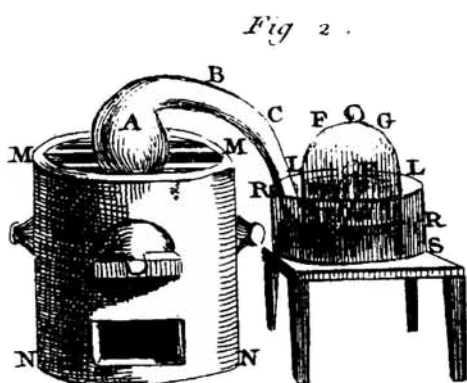
En 1789, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) fait paraître son *Traité élémentaire de chimie*, somme de toutes ses recherches.

Lavoisier, au cours de ses travaux qui font de lui le père de la chimie moderne, est amené à effectuer l'analyse de l'air de l'atmosphère et le chapitre trois de son traité a pour titre : "Analyse de l'air de l'atmosphère : sa résolution en deux fluides élastiques, l'un respirable, l'autre non-respirable".

Afin de pouvoir suivre le compte rendu de ses expériences, il faut préciser qu'à l'époque de Lavoisier on utilise des unités de mesures différentes de celles de maintenant : les masses sont mesurées en grains (0,053 g) et en onces (30,59 g), les volumes en pouces cubiques (0,016 L).

Dans le texte ci-dessous, [...] indique des parties du texte retirées pour alléger la lecture.

L'air dans notre environnement



J'ai pris un matras [...] de manière qu'il pût être placé dans un fourneau MMNN, tandis que l'extrémité E de son col iroit s'engager sous la cloche FG, placée dans un bain de mercure RRSS. J'ai introduit dans ce matras quatre onces de mercure très-pur [...]. Les choses ainsi préparées, j'ai allumé du feu dans le fourneau MMNN, & je l'ai entretenu presque continuellement pendant douze jours, de manière que le mercure fût chauffé presque au degré nécessaire pour le faire bouillir [...].

Première question du questionnaire proposé aux élèves :

Quelle masse de mercure Lavoisier a-t-il introduit dans le matras ? Indiquer le résultat en onces, puis le convertir en grammes.

l'esprit de ses contemporains : ils prennent conscience que les idées n'apparaissent pas spontanément, qu'il a fallu lutter, travailler pour les faire accepter.

Philosophie, éducation civique..., les sciences physiques mènent à tout.

Plus concrètement...

Les élèves peuvent mettre des images derrière des noms et même des visages. Evoquer Volta, l'inventeur de la pile, permet de donner au mot "volt" toute sa dimension. L'intérêt des élèves est en général éveillé quand l'enseignement des sciences physiques s'inscrit dans une perspective historique. Sans tomber dans l'anecdote facile, replacer une découverte dans un contexte social l'humanise : au

XVIII^{ème} siècle, avant l'invention de la pile, on chargeait les bouteilles de Leyde d'électricité. Louis XV, comme les membres de la bonne société, se faisait électriser. Cette anecdote (et même idée fausse, à savoir que l'électricité soigne) a le mérite d'associer une "machine" à une époque et donc permet aux élèves de situer les acquis scientifiques dans leur contexte. Ils ont ainsi des repères temporels, et ce n'est pas négligeable quand on sait les difficultés des élèves à appréhender le passé, à situer événements, personnages et inventions sur le fil de l'histoire.

Le sens est redonné, les blocages tombent chez les personnes allergiques aux sciences : le passé éclaire le présent et les notions à maîtriser sont mieux acceptées. Et c'est donc pour donner du sens

que l'enseignant de sciences physiques remplace l'élève dans une perspective historique. Ainsi, les cours sur l'électricité commencent par dix minutes d'histoire des sciences : le professeur raconte, montre une expérience historique qu'il a reconstituée.

Des T.P. historiques

Lorsque le professeur en a la possibilité matérielle, il pratique des expériences historiques. Il fait fabriquer une pile suivant le principe de Volta. Il plonge ainsi les élèves à la fin du XVIII^{ème} siècle. Autre exemple d'expérience : il fait réaliser une électrolyse de l'eau à la manière de Lavoisier pour décomposer l'eau en hydrogène et oxygène. Les élèves suivent la démarche d'Oersted. Ils reproduisent son expérience qui a permis la découverte du phénomène de l'électromagnétisme. Sous un fil, ils placent une boussole orientée correctement et ensuite, ils font passer le courant dans le fil : la boussole dévie ce qui met en évidence l'effet magnétique du courant.

Placer les élèves face à des textes originaux est une autre façon de les mettre en présence d'un modèle de démarche expérimentale. Ainsi, le texte de Lavoisier (voir page précédente) est directement exploitable par les élèves. Ils redécouvrent le procédé expérimental de Lavoisier et pourront faire la même chose que lui — sans mercure — : obtenir un gaz à partir de l'air dans lequel les bougies ne brûlent pas et un autre dans lequel elles brûlent.

De même, l'expérience de conduction de Gray et Wehler (1729) est reconstituée : un tube de verre électrisé par frottement est approché de l'extrémité d'une longue corde de chanvre maintenue par des cordons de soie. À l'autre extrémité de la corde, une boule en ivoire attire les corps légers placés à côté d'elle. L'intérêt est de montrer que, dès le début, l'électricité a été vue comme un moyen d'agir à distance. Sans doute est-ce l'influence des idées de Newton sur l'attraction.

Si les T.P. historiques permettent de mieux appréhender le processus scientifique à travers le temps, les machines anciennes utilisées en sciences physiques participent elles-aussi à un meilleur accès aux sciences.

Pourquoi des machines anciennes ?

Aujourd'hui, par volonté de sécuriser le matériel, celui-ci est "fermé" et donc trop éloigné des élèves qui ne voient pas ce qui se passe. Cette tendance entretient même des représentations fausses. Le métal est caché sous le plastique et l'élève peut croire que le plastique est conducteur. Certes, il a une certaine culture technique :

ordinateurs et walkman font partie de son environnement mais leur système n'est pas accessible car ils sont là encore protégés. Le temps où l'on "bidouillait" le carburateur de sa mobylette commence à s'éloigner... De même, pour acquérir le principe du fonctionnement du moteur électrique, il est opportun d'utiliser des "modèles éclatés" dans lesquels les bobines sont bien visibles : les moteurs industriels actuels ne permettent pas de voir les bobines, celles-ci étant cachées dans des moteurs très compacts.

Si l'appareil est trop sophistiqué, l'élève n'en comprend pas le fonctionnement. L'utilisation de matériel historique permet de revenir à des principes de base plus compréhensibles : le matériel était jadis conçu pour convaincre les incroyants, donc avait des vertus pédagogiques. Pourquoi le délaissier ? Et c'est pour cette raison que sont sorties du placard des "machines" qui n'ont d'autre utilité que celle de mettre en évidence des effets de base. Pour montrer qu'un faisceau d'électrons peut être dévié, le professeur préfère substituer au canon à électrons, système utilisé dans les tubes de télévision, le tube de Jean Perrin. C'est un tube dans lequel règne un vide poussé. Des électrons sont émis et accélérés. Ils sont ensuite soumis à l'action d'un champ électrique ou magnétique. Les élèves peuvent alors voir leur trajectoire grâce à la trace de leur passage.

De même, pour étudier la production d'un son, le diapason, constitué de simples tiges de métal, est pour une première sensibilisation une source plus pertinente qu'un ordinateur ou qu'un oscilloscope.

Malgré toutes ses richesses, l'enseignement de l'histoire des sciences ne fait pas l'unanimité. On pourrait répondre à ceux qui pensent qu'il alourdit inutilement le programme et qu'il n'est pas nécessaire à la compréhension des sciences physiques, que ce retour dans le passé — par les T.P. historiques ou l'utilisation de machines anciennes — éveille l'intérêt des élèves. Ce n'est donc pas du temps perdu : cette approche les aide à mieux maîtriser des concepts difficiles. Un autre argument : l'objectif des lycées n'est pas de former de futurs physiciens mais de développer les éléments d'une culture scientifique. Cette dernière est un des principes directeurs des programmes en vigueur, avec... la dimension historique.

La formation actuelle initiale et la formation continue peuvent faire espérer des progrès dans la reconnaissance de l'histoire des sciences.

Informations recueillies par M. NOUVIALE
auprès de H. GRAU,
professeur de sciences physiques

**Mieux
appré-
hender le
processus
scientifique
à travers
le temps**