Histoire des sciences dans la classe : Et si on osait ?

===

Cécile de Hosson, professeure des universités
Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR) - Université Paris Diderot
ARDIST

cecile.dehosson@univ-paris-diderot.fr

===

Cela fait maintenant plusieurs décennies que les programmes d'enseignement scientifiques, en France, mais aussi à l'étranger, désignent l'histoire des sciences comme un levier possible, voire souhaitable, pour l'enseignement des savoirs de et sur la science. Les plébiscites, s'ils sont portés avec plus ou moins de forces incitatives par l'Institution au fil des programmes, reposent sur des arguments qui se ressemblent peu ou prou et que l'on pourrait résumer de cette manière :

> L'appel à l'histoire des sciences en classe contribuerait à améliorer l'image parfois imprécise que les élèves ont de la science et de l'activité scientifique; en cela, elle renseignerait les élèves sur la nature de la science;
> L'examen des conditions d'émergence d'un savoir, d'une loi en contexte historique permettrait de donner davantage de sens à l'existence même de ces savoirs, de travailler avec les élèves le problème auquel le savoir qu'on leur enseigne est venu apporter réponse; en ce sens sens, l'histoire des sciences pourrait être un moteur de conceptualisation;
> L'étude de ces conditions d'émergence, considérées au prisme de l'environnement sociétal, culturel et/ou technique permettrait de sensibiliser les élèves aux liens qui unissent science et société;
> Enfin, l'histoire des sciences pourrait rendre l'apprentissage scientifique plus attractif et plus motivant.

En fait, c'est au milieu du 19e siècle qu'apparaît pour la première fois dans les textes législatifs, une référence explicite à l'histoire des sciences dans l'enseignement au niveau secondaire. Comme je le disais, cette référence se retrouvera ensuite régulièrement dans les programmes de sciences sous des formes plus ou moins incitatives. Il n'est pas question ici de faire l'histoire de l'histoire des sciences dans l'enseignement français. Je préfère vous renvoyer au remarquable « aperçu » historico-critique publié en 1984 par Nicole Hulin qui retrace l'histoire de l'intervention historique dans l'enseignement scientifique français depuis, en gros, 1850.

A la lecture de cet article, on se rend compte que la pertinence de l'insertion historique pour l'apprentissage scientifique apparaît régulièrement discutée, et même, remise en cause.

> Certains détracteAurs du recours à l'histoire des sciences en classe avancent que pour comprendre l'histoire d'un savoir, il faut déjà bien connaître ce savoir… Autrement dit, pour que l'histoire des sciences soit profitable aux individus, il faudrait que ceux-ci soient déjà bien éduqués scientifiquement;
> En prolongement de ce premier argument, certain redoutent de voir les "erreurs" du passé devenir des vérités pour des élèves déjà aux prises avec des connaissances parfois approximatives et peu stabilisées; je reviendrai plus tard sur ce point.
> D'autres craignent de voir apparaître en classe ce que le physicien Henri Bouasse appelait, au milieu du 19e siècle, une "pseudo-histoire", expression qu'il utilise pour désigner la succession de "portraits", de "biographies", presque exclusivement masculines, parfois exagérément hagiographiques, mais aussi les anecdotes qui jalonnent parfois le cours de sciences (voire certains manuels). Comme le dit Bouasse, "raconter des histoires un peu ridicules comme celle d'Archimède sortant nu de son bain n'est certes pas appliquer la méthode historique".

Je ne veux pas remettre en cause ici la valeur pédagogique du recours à l'anecdote en classe, mais simplement souligner que raconter une histoire mettant en scène des savants du passé ce n'est pas faire de l'histoire des sciences avec les élèves. La prudence commanderait que l'on s'assure de l'authenticité de l'anecdote que l'on souhaite mettre en scène, ou *a minima*, que l'on informe explicitement les élèves du statut de l'histoire que l'on va leur raconter…

Cela dit, cette tendance à la caricature est certainement accentuée par le fait que les enseignants du secondaire ne sont pas (ou peu) formés à l'histoire des sciences pour elle-même, et encore moins à la façon d'utiliser l'histoire des sciences en classe. Par ailleurs, les ressources pédagogiques disponibles sont à la fois peu nombreuses et parfois peu appropriées. L'analyse que j'ai faite de l'activité visant à faire reproduire aux élèves la procédure de la mesure du périmètre terrestre selon la méthode dite "d'Ératosthène" telle qu'on la trouve déclinée dans les manuels scolaires, par exemple, révèle certaines incohérences empreintes d'anachronismes et d'inexactitudes. De quels moyens disposent alors les enseignants et les enseignantes pour faire le tri entre les ressources qui préservent l'authenticité historique et les autres ?

Malgré ces réserves, auxquelles j'accord le plus grand crédit et qui invitent pour le moins à la prudence, je reste pour ma part convaincue que, sous certaines conditions, l'enseignement scientifique, mais aussi la formation des enseignants et des enseignantes ont beaucoup à gagner à se voir nourris par l'histoire des sciences. Cette conviction, je l'ai forgée au fil de mes travaux de recherche en didactique de la physique et grâce aux travaux de mes collègues, ceux du groupe Didasco à Orsay, du Lirdef, de mon laboratoire, le LDAR, des membres de la commission inter-IREM épistémologie et histoire et d'autres, français et étrangers, dont vous trouverez les références en complément de cette vidéo. Nous avons donc les moyens, me semble-t-il, de faire de l'histoire des science un élément constitutif de l'enseignement scientifique pour faire en sorte qu'elle ne soit plus simplement ce que Guedj et Dusseau nomment la "cerise sur le gâteau de l'enseignement" (Guedj & Dusseau 1999, p. 996).

Puisque je dénonçais il y a quelques minutes les approximations qui entourent l'usage scolaire de la mesure du périmètre terrestre par la méthode dite d'Eratosthène, je me propose de revenir sur cet épisode. Ceci me semble d'autant plus pertinent que (je cite) "L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Ératosthène (et les hypothèses d'Anaxagore)" est explicitement mentionnée dans les programmes (BOEN 2019, p. 11). Le format de cette vidéo ne me permettant pas de fournir trop de détails, je vous renvoie à un texte que Nicolas Décamp et moi avons publié dans un ouvrage collectif (titre) dont vous trouverez les références en accompagnement de cette vidéo.

Ce que je vous propose ici, c'est de partir, non pas d'une histoire que l'on raconte, mais d'une source historique. Car l'un des moyens de donner corps à l'histoire des sciences en classe c'est de recourir à des textes authentiques, des textes sources. Malheureusement, il ne nous sera pas possible de travailler à partir d'un texte écrit de la main d'Eratosthène : de lui, il ne reste presque rien… Je vais donc utiliser un texte écrit par un philosophe grec, Cléomède, dont on situe l'existence au premier siècle après JC. Il s'agit, jusqu'à preuve du contraire, du témoignage le plus complet de la procédure qu'aurait suivie Eratosthène au 3e siècle avant JC. Plusieurs traductions en français sont disponibles. Je vais m'appuyer sur celle produite par l'historienne Germaine Aujac[1], vous la trouverez en accompagnement de cette vidéo.

Avant d'entrer dans les détails de la procédure, je dois vous présenter l'instrument de mesure évoqué dans le texte. Cléomède parle d'une horloge, dont les gnomons projettent (ou non, d'ailleurs) une ombre; cette horloge prend également le nom de *scaphé*. Il s'agit d'un cadran solaire concave, une demi-sphère dans lequel se trouve une tige (le gnomon), et la pointe de la tige est situé au centre de la sphère complète.

[1] Cléomède, Le mouvement circulaire des corps célestes, (I, 10 1-5 Ziegler) dans la traduction de Germaine Aujac (Eratosthène de Cyrène, le pionnier de la géographie, éd. du C.H.T.S).

La procédure décrite par Cléomède peut être résumée de la manière suivante : lorsque l'on place deux scaphés, l'une à Alexandrie et l'autre à Syène à midi au solstice d'été, on observe que le gnomon de la scaphé d'Alexandrie projette une ombre, ce qui n'est pas le cas à Syène. L'ombre de la scaphé d'Alexandrie délimite une portion égale à 1/50e du cercle totale la scaphé. Ceci s'explique par le fait que les rayons reliant le Soleil et la Terre suivent des lignes parallèles entre elles. Et comme les angles téta sont égaux, ici et là (par hypothèse), alors la distance Alexandrie/Syène (qui est de 5000 stades) délimite aussi 1/50e du cercle total de la Terre. Le périmètre terrestre est donc 50 fois 5000, soit 250 000 stades. Vous remarquerez qu'il n'est nullement question ici de tangente, fonction indisponible à l'époque d'Eratosthène et qu'il n'est pas non plus nécessaire de connaître la mesure, en degré, de l'angle au sommet du gnomon de la scaphé d'Alexandrie…

La difficulté majeure ici, c'est la géométrisation de la propagation de la lumière du Soleil… En fait, lorsqu'on demande aux élèves de schématiser la raison pour laquelle aucune ombre n'est visible à Syène, par exemple, au pied des obélisques, à midi au solstice d'été, alors qu'au même moment plus au nord, des ombres sont visibles, les élèves proposent ce type de dessins.

Si je convoque ici les dessins des élèves, c'est parce qu'ils présentent quelques similitudes avec la manière dont les chinois des dynasties Zhou et Han modélisaient l'explication du même fait d'observation que celui rapporté par les grecs du 3e siècle avant J.-C ! Grâce à deux écrits chinois, le rite des Zhou, et le le gnomon des Zhou, on apprend que la variation de la taille de l'ombre de bâtons plantés dans le sol à distances régulières à midi au solstice d'été permet de calculer la distance entre la Terre et le Soleil. Le détail de ce calcul, que je n'exposerai pas ici, est explicité dans le texte que je mentionnais un peu plus tôt. Au passage, je me permettrai de préciser que l'hypothèse d'Anaxagore, mentionnée dans les programmes, ne porte que sur la forme de la Terre (des auteurs rapportent qu'il la considérait plate). En revanche, aucun texte source ne témoigne d'une quelconque mesure d'une quelconque grandeur par Anaxagore, contrairement à ce que l'on trouve dans les textes chinois.

Au début de cette vidéo, j'évoquais la crainte de certains détracteurs de l'usage de l'histoire des sciences en classe de voir les "erreurs" du passé devenir des vérités pour des élèves. Je crois au contraire, que ces savoirs qui n'ont plus cours aujourd'hui peuvent être un atout pour l'enseignement des sciences.

Dans l'exemple que je viens de convoquer, un même fait d'observation - la mesure d'une ombre formée par un bâton planté verticalement dans le sol, a donné lieu à la mesure de deux grandeurs distinctes : le périmètre terrestre pour les grecs du 3e siècle avant J.-C., la distance Terre-Soleil pour les chinois des dynasties Zhou et Han. Le citoyen d'aujourd'hui reconnaîtra sans peine que le modèle chinois d'une Terre « plate » ne pouvait pas produire le résultat espéré d'une distance Terre-Soleil proche des 150 millions de kilomètres. L'erreur est-elle condamnable ? Au contraire, elle devient, dans la classe de science, l'occasion d'une activité se donnant pour objet la construction des notions fondamentales de modèle et d'hypothèse, et place l'observation au rang des incontournables scientifiques. Les mesures rapportées par les chinois sont d'ailleurs reproductibles en classe et fonctionnent très bien puisque l'échelle spatiale de la classe autorise un sol plat et un soleil (une lampe suspendue au plafond) proche.

Les enseignants peuvent alors discuter avec les élèves la pertinence de cette échelle locale au regard d'une échelle cosmologique plus globale où la Terre est sphérique et le Soleil pratiquement à l'infini. La nature de l'instrument de mesure peut aussi être discutée puisqu'ici, les calculs sont portés par des modèles spécifiques, auxquels correspondent d'ailleurs des instruments de mesure différents : une demi-sphère pour une modélisation sphérique, un gnomon plan pour une modélisation plane. Ceci n'est pas sans rappeler cette phrase de Gaston Bachelard qui, à propos du microscope écrit : "l'instrument de mesure finit toujours par être une théorie et il faut comprendre que le microscope est un prolongement de l'esprit plutôt que de l'œil" (1938, p. 242).

Ce qui est intéressant ici, c'est qu'au lieu de mettre de côté les connaissances inadéquates des élèves (la représentation de la propagation des rayons du Soleil en un faisceau divergent), on a ici la possibilité de les mettre au travail, de les exploiter, d'en montrer à la fois la portée (pour des

rapports d'échelle faibles) et les limites (pour de grands rapports d'échelle). De ce fait, le savoir du passé devient un miroir bienveillant pour la pensée de l'élève contemporain, un miroir vertueux devant lequel une réponse erronée prend le statut d'énoncé légitime.

Et puis, regarder dans l'histoire c'est aussi une manière de valoriser une caractéristique essentielle du savoir de sciences : son caractère "provisoire", ce qui n'a rien de contradictoire avec sa robustesse et son universalité qui, toute deux, reposent sur deux piliers (au moins) : la méthode par laquelle le savoir est produit, et la manière dont le réel réagit lorsqu'il est choisi comme seul juge du bien-fondé de ce savoir. La classe de sciences a donc tout à gagner à se voir investie par l'enquête historique, qu'elle débouche, ou non, sur le vrai d'aujourd'hui.

Et pour finir, je ne résiste pas au plaisir d'évoquer ici un projet éditorial qui réunit l'association STIMULI et mon laboratoire de recherche le LDAR : le projet "les grandiloquents", une série de bandes dessinées numériques sur l'histoire des sciences pour le collège et le lycée.