Tréma

26 | 2006

Histoire des sciences : formations et recherches en
IUFM

Apports de l'histoire des mathématiques et de l'histoire des sciences dans l'enseignement

Evelyne Barbin

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/trema/64>

DOI : 10.4000/trema.64

ISSN : 2107-0997

Éditeur

Faculté d'Éducation de l'université de Montpellier

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2006

Pagination : 20-28

ISSN : 1167-315X

Référence électronique

Evelyne Barbin, « Apports de l'histoire des mathématiques et de l'histoire des sciences dans
l'enseignement », *Tréma* [En ligne], 26 | 2006, mis en ligne le 11 janvier 2010, consulté le 01 mai 2019.

URL : <http://journals.openedition.org/trema/64> ; DOI : 10.4000/trema.64

Ce document a été généré automatiquement le 1 mai 2019.

Tréma

Apports de l'histoire des mathématiques et de l'histoire des sciences dans l'enseignement

Evelyne Barbin

I. L'apport de l'histoire à l'enseignement des mathématiques : une approche historique

- 1 Les recherches et les formations en histoire des mathématiques ont commencé dans les IREM au milieu des années 1970 et la commission inter-IREM « Épistémologie et histoire des mathématiques » a été créée en mai 1975. Si l'intérêt pour l'histoire s'est poursuivi et s'est amplifié au cours des trente années qui ont suivi, il a eu divers motifs et il a pris diverses formes. En particulier, l'apport attendu dans les années 1970 et celui des années 2000 sont différents.
- 2 Les années 1970 furent celles de la « réforme des mathématiques modernes ». Les promoteurs de cette réforme dénonçaient le style qualifié d'historique de l'enseignement antérieur et reprochaient à cet enseignement de ne pas donner une conception unifiée des mathématiques. La réforme devait donner, pour utiliser une terminologie de l'époque, le dernier "spectacle" des mathématiques. Cette réforme s'accompagne de la création des IREM, mais elle est assez vite remise en cause, en particulier dans les IREM, parce qu'elle présente les mathématiques comme un produit achevé et comme un langage, et parce que les mathématiques sont devenues une discipline de sélection. Les recherches historiques ont constitué alors pour les enseignants, comme nous l'écrivions à l'époque, une « thérapeutique contre le dogmatisme, un ensemble de moyens leur permettant de mieux s'approprier et maîtriser leur savoir : pour les élèves, elles ont préparé un terrain où les mathématiques cessent de jouer le rôle de monstre froid qui normalise, juge et condamne pour être rétablies dans leur statut d'activité culturelle indissociable des autres pratiques humaines ».
- 3 Il ne s'agit plus de voir les mathématiques comme un produit achevé, mais comme un processus historique, ni de les comprendre comme un langage, mais comme une activité intellectuelle. En réaction contre le rôle sélectif des mathématiques, une réflexion sur les relations entre mathématiques et société est entreprise dans les IREM, qui organiseront à la fin des années 1970 trois colloques sur ce thème. Nous résumons l'apport de l'histoire des mathématiques en 1982 en écrivant : « Le regard de l'historien [...] loin de commémorer une mathématique morte, y observe au contraire un savoir débordant de vitalité ; en prise sur des recherches intra et extra - mathématiques ; inséparables de problèmes d'astronomie et de physique, d'optique, de technique et de création artistique ; transi de controverses philosophiques et théologiques ; confronté aux pouvoirs et aux institutions. »
- 4 Après l'abandon de la réforme, l'enseignement des mathématiques a connu plusieurs « nouveaux programmes » successifs, qui n'étaient pas guidés, comme lors de la "réforme des mathématiques modernes", par un plan d'ensemble. Tout au contraire, il résulte des différentes suppressions et ajouts qui ont été faits, un éparpillement des savoirs et des procédés. De sorte que, bien que les programmes soient allégés, ils semblent toujours trop

lourds pour le temps imparti. Après la réforme des mathématiques modernes, qui reposait sur une conception axiomatique forte, il a été proposé de constituer des « îlots déductifs ». Ceux-ci sont bien souvent réduits aujourd'hui au collège à des raisonnements à une ou deux étapes. De plus, les assertions ont un statut confus : définition ? propriété ? proposition ? Enfin, les « nouveaux programmes » sont souvent interprétés comme une réduction des mathématiques à une « discipline de service ».

- 5 L'histoire des mathématiques serait plutôt aujourd'hui une « thérapeutique contre l'éparpillement », permettant de relier les différents champs mathématiques à partir de champs de problèmes, mathématiques ou non, d'analyser la construction d'un savoir à partir ou à l'encontre d'autres savoirs, de repérer des savoirs pérennes, de comprendre les liens entre les mathématiques et les autres activités scientifiques. Ainsi en 2000, le thème du 13^e colloque inter - IREM était-il celui des « mathématiques dans la longue durée », et nous écrivions que « prendre l'histoire à partir de grandes problématiques est une manière de saisir en même temps la pérennité de certaines conceptions et les différences entre les approches successives ». En 2001, le thème de l'université d'été organisée par les IREM était celui de « l'histoire des sciences comme instrument d'une approche pluridisciplinaire des enseignements en collège et en lycée ».
- 6 Les apports de l'histoire à l'enseignement sont liés au contenu de cet enseignement. Comme l'écrit Henri - Irénée MARROU, "l'histoire est inséparable de l'historien". En effet, l'histoire qui intéresse les enseignants présente souvent trois caractères : elle est dépayssante, épistémologique et culturelle.

II. Quelle histoire des mathématiques pour quel enseignement des mathématiques ?

- 7 L'histoire a la vertu de nous dépayser, de nous « étonner de ce qui va de soi » comme l'écrit Paul VEYNE. Tout simplement et d'abord, parce que les mathématiques n'ont pas toujours été telles qu'on les enseigne aujourd'hui. Elles sont l'œuvre d'hommes et de femmes, et de communautés. Ensuite, elles ont été produites à une certaine époque, dont elles reflètent les préoccupations et les manières. Enfin, elles ont été produites dans une aire culturelle et géographique et elles ont circulé. Le dépaysement est aussi bien mathématique que culturel.
- 8 Nous donnerons trois exemples d'une histoire épistémologique qui peut intéresser l'enseignant.
- 9 Le premier exemple concerne les transformations réciproques des problèmes et des concepts. Dans l'enseignement, un problème donne lieu à l'application d'un concept ou d'un savoir, en général celui qui a été abordé par l'enseignant juste avant. Puis un autre problème suivra qui permettra d'utiliser un autre concept ou un autre savoir, etc. Alors que l'histoire montre qu'un problème connaît des transformations, et que les résolutions nécessitent des transformations de concepts. Ainsi, les démonstrations sur les tangentes sont géométriques dans les textes grecs, tandis qu'au XVII^e siècle, le problème de trouver la tangente à une courbe devient un problème cinématique chez ROBERVAL et un problème optique chez DESCARTES. De sorte que les notions de tangente et de courbe se trouvent changées. Roberval conçoit une courbe comme la trajectoire d'un point en mouvement et la tangente comme la direction du mouvement en un point. DESCARTES associe une équation à une courbe et recherche un cercle tangent à la courbe en un point.

- 10 Le second exemple concerne les statuts des démonstrations et des méthodes. Ainsi, à partir du collège, l'élève peut « démontrer », et cela signifie alors qu'il doit utiliser un raisonnement s'appuyant sur la déduction logique. Mais il peut aussi obtenir des résultats et des propositions en utilisant des calculs analytiques puis plus tard des calculs vectoriels. Quels sont les statuts de ces calculs vis-à-vis du discours démonstratif ? L'histoire permet de les situer à partir de la notion de méthode, notion qui a disparu en grande partie de l'enseignement, et de les comprendre à partir de la méthode algébrique de Descartes ou de la méthode des équipollences de Bellavitis.
- 11 Le troisième exemple concerne l'extension de la notion de nombre. Les programmes de mathématiques comprennent les entiers, les décimaux, les fractions, les négatifs, les irrationnels, les complexes, qui sont considérés, au même titre, comme des nombres. Il semble que cela ne pose pas de difficulté. Par exemple, les élèves acceptent sans problème que le produit de deux négatifs soit positif, « puisque c'est bien ce qu'indique la calculatrice ». De même, la racine carrée correspond à une touche de la calculatrice. De sorte que, lorsqu'il s'agit d'opérer avec ces nombres, pourtant si différents, beaucoup d'élèves considèrent qu'ils se comportent à l'identique. C'est ainsi que la somme de deux racines carrées devient la racine carrée de la somme. L'histoire indique les obstacles épistémologiques qu'il a fallu franchir pour étendre la notion de nombre. L'existence et la nature de ces obstacles sont intéressantes pour l'enseignant, tout comme les arguments qui ont conduit à étendre la notion de nombre.
- 12 L'histoire culturelle des mathématiques permet de situer les mathématiques dans le contexte philosophique, littéraire, artistique ou social d'une époque. Elle permet de faire des rapprochements chronologiques significatifs, comme la démonstration de la géométrie grecque avec la naissance de la démocratie, ou comme la méthode de résolution des problèmes de DESCARTES avec la volonté de progrès du XVII^e siècle.

III. Histoire d'une science et histoire des sciences : circulation

- 13 L'histoire d'une science conduit souvent à l'histoire des sciences. D'abord, parce que la lecture d'un texte ancien demande de le situer vis-à-vis des préoccupations scientifiques ou philosophiques de l'auteur. C'est le cas, par exemple, du mémoire de 1817, où Bolzano s'oppose, pour des raisons mathématiques et philosophiques, aux démonstrations données jusque-là du théorème des valeurs intermédiaires. Ensuite, parce que la résolution d'un problème demande parfois d'établir des passerelles ou de faire des analogies entre des sciences. C'est le cas, par exemple, pour les problèmes physico-mathématiques que résolvent LEIBNIZ et BERNOULLI au tournant des XVII^e - XVIII^e siècles.
- 14 Inversement, il est intéressant d'examiner le passage de l'histoire des sciences à l'histoire d'une science. D'abord, parce que la création et l'autonomisation des différentes sciences sont des faits de l'histoire des sciences. Ensuite, parce que la séparation entre les différentes sciences explicite des distinctions établies dans la résolution de problèmes.
- 15 La circulation entre l'histoire des sciences et l'histoire d'une science peut être vue du côté des problèmes, par rétrécissement ou au contraire par élargissement d'un problème. La circulation peut aussi être vue du côté des concepts et des méthodes : spécification d'une

science par autonomisation d'un concept ou d'une méthode, transfert d'un concept ou d'une méthode d'une science à une autre.

- 16 Le cloisonnement - décloisonnement des sciences est un propos à historiciser. Par exemple, dans son *ORGANON*, ARISTOTE condamne le « mélange des genres », par exemple le mélange entre l'arithmétique et la géométrie. Son propos est de fonder la science sur la démonstration axiomatique afin de distinguer la science de l'opinion, de sorte que deux sciences dépendant d'axiomes différents ne peuvent se mélanger. En revanche, DESCARTES dans les *Règles pour la direction de l'esprit*, prononce l'union et la dépendance des sciences. Son propos est tout autre que celui d'ARISTOTE, puisqu'il s'agit de donner des "règles pour acquérir plus facilement la science".

IV. L'histoire des sciences comme instrument d'une approche pluridisciplinaire

- 17 Deux enjeux globaux de l'histoire des sciences vis-à-vis de l'enseignement sont de replacer les sciences dans l'histoire des idées, des sociétés, des techniques, et de susciter une réflexion en profondeur sur les méthodes et les contenus de l'enseignement scientifique.
- 18 L'histoire des sciences est un instrument pour une approche constructiviste des savoirs, des concepts et des théories, comme réponses à des problèmes scientifiques, techniques, ou philosophiques, dans le contexte culturel et social d'une époque. Elle permet de mettre en avant le rôle des problèmes, mais aussi celui des conjectures et des expériences dans l'activité scientifique. Elle permet aussi d'analyser les rôles de l'écriture, de la rigueur, de l'analogie, de la preuve, de la déduction et de la modélisation dans l'activité scientifique.
- 19 L'histoire est une ressource pour une approche pluridisciplinaire de l'enseignement des sciences. Plusieurs exemples ont été donnés lors de l'université d'été de 2001. Nous citerons la théorie de la reproduction de BUFFON pour les liens entre la biologie et la physique, la musique chez Euler pour les liens entre les mathématiques, la physique et la biologie, les atomes au XIXe siècle pour les liens entre la physique et la chimie, les écrits de GALILEE, pour les liens entre les mathématiques, la physique et l'astronomie.
- 20 L'analyse historique de l'étude des mouvements par GALILEE est particulièrement intéressante de ce point de vue. En effet, elle permet de confronter deux questionnements philosophiques des phénomènes physiques : l'un par les causes et l'autre par les effets de ces phénomènes. Elle permet de situer les travaux galiléens dans le contexte de la recherche des trajectoires des projectiles pour les artilleurs. Ensuite, elle permet d'analyser les rôles des hypothèses, des expériences et des raisonnements dans une étude physique. Elle permet d'examiner les difficultés d'une notion physique comme celle d'accélération, mais aussi les difficultés d'ordre mathématique dans la démonstration de la loi de chute des graves.

V. Histoire des sciences : lieux et pratiques dans la formation des enseignants

- 21 Dans la formation initiale des enseignants, l'histoire des sciences va à l'encontre d'un savoir scolaire et d'un savoir de plus en plus hétéroclite. L'enjeu est de *penser les sciences*.

Dans la formation continue des enseignants, l'histoire autorise, nous l'avons dit, une réflexion sur les contenus et les programmes enseignés. Par exemple, l'histoire des rencontres entre probabilités et statistiques est un élément de réflexion vis-à-vis de l'approche statistique de la probabilité d'un évènement. L'histoire des mathématiques va à l'encontre d'une vision arbitraire des procédures, elle permet d'éviter de répondre aux questions des élèves *en maths c'est comme ça qu'on fait, elle invite à un autre regard sur les élèves, les élèves pensent les mathématiques.*

- 22 La lecture des textes anciens est nécessaire. Elle permet un *choc culturel*, en plongeant l'histoire des sciences dans l'histoire. Elle confronte une lecture téléologique de l'histoire qui va souvent de pair avec une vision continuiste, à une lecture contextualisée de l'histoire et à une vision différentielle. Elle est source d'un *étonnement épistémologique*, par une remise en question des savoirs et des procédures qui vont de soi. Elle confronte la question : pourquoi les contemporains n'ont-ils pas compris telle nouveauté ? À la question : pourquoi les élèves ne comprennent-ils pas ?
- 23 Les problématiques historiques qui correspondent aux problématiques enseignantes sont nombreuses. Pour ce qui concerne l'histoire des mathématiques, nous retiendrons par exemple la rectification des concepts, les ruptures épistémologiques, la distinction entre contexte d'invention et contexte de démonstration. L'idée de rectification des concepts introduit celle du long terme dans la temporalité enseignante, de sorte à s'appuyer sur le passé de l'élève et à anticiper le futur. Parmi les thèmes historiques qui conviennent à ce propos, il y a l'histoire de la notion de fonction.
- 24 En effet, cette notion est introduite par LEIBNIZ dans le contexte de l'invention d'une méthode pour étudier et inventer des courbes possédant certaines propriétés. Ce qui est donc au départ de la notion de fonction ce sont des courbes mathématiques ou des courbes physico-mathématiques, alors que, dans l'enseignement, l'étude porte sur une fonction et que son graphe est donné à titre d'exercice. La distinction leibnizienne entre courbes algébriques et courbes transcendentes est inconnue dans l'enseignement, alors qu'elle permet de relier la notion de fonction à celle d'équation d'une courbe. Cette notion d'équation d'une courbe est souvent incomprise par les élèves. Elle est introduite à partir de l'équation d'une droite, et reste attachée à la droite chez les élèves, alors que l'idée d'associer une équation à une courbe prend tout son sens avec des courbes qui ne sont pas droites. Dans *La géométrie*, DESCARTES établit cette association pour une courbe dont l'équation est au moins du second degré. Sans aller plus loin, nous voyons que l'histoire permet de relier la géométrie (les courbes), l'algèbre (équation d'une courbe) et l'analyse (étude d'une fonction). Elle questionne l'enseignement, en particulier le passage de l'équation de la droite du collège à la notion de fonction du lycée.
- 25 L'histoire des transformations de la notion de fonction est aussi très intéressante. En effet, la notion de fonction comme correspondance, qui est celle de l'enseignement actuel, est l'aboutissement d'un processus historique. Ce processus conduit de la fonction comme expression analytique à la fonction comme dépendance, puis comme correspondance. Dans ce processus interviennent des questions physiques, mais aussi épistémologiques. Or, dans l'enseignement, on voit des élèves qui, après avoir surtout fréquenté des fonctions définies par une expression, résistent à l'idée générale de correspondance. L'histoire des relations entre fonction continue et fonction dérivable mérite aussi une étude en rapport avec les difficultés dans l'enseignement de l'analyse. Comme souvent, l'histoire permet aux enseignants de se poser ici la question de l'adéquation entre les

notions enseignées vis-à-vis des problèmes étudiés, les unes étant souvent trop sophistiquées et les autres trop simples.

VI. Histoire et enseignement des sciences : les pratiques dans la classe

- 26 Dans son Rapport, Dominique LECOURT exprime l'apport de l'histoire dans la formation qui est "de montrer aux élèves une réflexion commune de leurs enseignants sur les démarches, les perspectives et les enjeux des sciences qu'on leur enseigne". En effet, l'histoire des sciences peut être une aide pour les enseignants en vue de proposer une approche pluridisciplinaire fructueuse et d'organiser des enseignements scientifiques cohérents.
- 27 Deux voies sont offertes. La première est celle d'un enseignement autonome de l'histoire des sciences. Dans l'enseignement supérieur, il existe ainsi des cours d'histoire des sciences, qui ne doivent pas être coupés des enseignements scientifiques afin que l'histoire des sciences ne devienne pas une discipline de plus parmi l'éparpillement des autres enseignements. Dans l'enseignement secondaire, il n'y a pas d'enseignement de l'histoire des sciences, mais les travaux pluridisciplinaires, comme les travaux croisés ou les TPE, ont été des occasions de recours explicite à l'histoire.
- 28 La seconde voie est celle que les IREM ont développée, en parlant de « l'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement ». Il ne s'agit pas de donner des cours d'histoire, et il ne s'agit pas non plus d'un enseignement calqué sur l'histoire. Ceci désigne la mobilisation dans l'enseignement de toute la réflexion historique et épistémologique de l'enseignant. Il s'agit d'intégrer l'histoire dans l'enseignement, de dater l'invention d'un concept, d'expliquer la portée historique d'un concept, de lire des textes anciens, de résoudre des problèmes historiques, etc. L'objectif n'est pas de créer une discipline ou un moment scolaire complètement détaché de la pratique des sciences. Ceci afin de bénéficier des apports nombreux que l'on peut attribuer à l'histoire des sciences.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBIN, Evelyne. 1987. « Dix ans d'histoire des mathématiques dans les IREM », *Bulletin de l'APMEP*, n°358, pp.175-184.
- BARBIN, Evelyne. 1997. « Histoire et enseignement des mathématiques », *Histoire des sciences et des techniques*, ROSMORDUC, Jean, éd., CRDP Bretagne.
- BKOUICHE, Rudolf. 2000. « Sur la notion de perspective historique dans l'enseignement d'une science », *Repères IREM*, n°39, pp. 35-59.
- IREM. 1982. *La rigueur et le calcul*, Cedic, Paris.

IREM. 1988. *Pour une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques*, IREM de Lyon, Université de Lyon.

IREM. 1993. *Histoire et épistémologie dans l'éducation mathématique*, actes de la 1^{re} université d'été européenne, Université de Montpellier.

IREM. 2002. *4000 ans d'histoire des mathématiques*, actes du colloque inter-IREM de Rennes, Université de Rennes.

IREM. 2004. *Histoires de probabilités et de statistiques*, Ellipses, Paris.

Ministère de l'Education nationale 2003. *La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques : 1^{er} tome Histoire des sciences*, actes de la Desco, CRDP Basse-Normandie.

Rapport LECOURT, 2000. *L'enseignement de la philosophie des sciences*, Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie.

RÉSUMÉS

Ce que l'on attend de l'histoire des sciences vis-à-vis de l'enseignement change avec le temps. Aussi nous commençons en resituant les travaux et les formations concernant l'histoire des mathématiques dans les IREM et les IUFM depuis une trentaine d'années. L'histoire des mathématiques convoquée par les enseignants et les formateurs présente trois traits généraux : elle est dépayssante, épistémologique et culturelle. De plus, entre l'histoire d'une science et l'histoire des sciences, il y a des circulations du côté des problèmes, des concepts mais aussi des méthodes. Ainsi, l'histoire des sciences peut servir d'instrument pour une approche pluridisciplinaire des enseignements scientifiques. Nous abordons ensuite les lieux de formation, initiale et continue, des enseignants et les pratiques, la lecture des textes anciens et les problématiques enseignantes. Nous terminons en examinant les enjeux de l'introduction d'une perspective historique dans la classe.

Waitings about history of sciences towards teaching change with time. So, we begin with situating works and trainings on history of mathematics in IREM and IUFM since thirty years. History of mathematics developed by teachers and educators offers three general features : it brings change of view about mathematics, it is an epistemological and a cultural history. Furthermore, there are circulations between history of a science and history of sciences, in matter of problems, concepts and also methods. So, history of sciences can serve as a tool for a pluridisciplinary approach of scientific teachings. Then we come to teachers' education, pre-service and in-service trainings, and to the practices, the reading of original texts and the problematics of teaching. We finish with examining the stakes of the introduction of an historical perspective in the classroom.

AUTEUR

EVELYNE BARBIN

Centre François Viète et IREM de Nantes evelyne.barbin@wanadoo.fr