

Journée de réflexion sur l'histoire et la philosophie des sciences et des techniques en France
à l'occasion du 60^e anniversaire du CNFHPST
ENS Paris, 4 mars 2017
<http://www.cnfhpst.org/les-60-ans-du-comite>

Table ronde

Introduction

Christine Proust

La malédiction des ZEP et quelques pistes pour la conjurer

Cette table ronde a pour but d'introduire une discussion sur les pratiques de l'enseignement de l'histoire et de la philosophie des sciences et des techniques dans les différents niveaux du système scolaire et universitaire.

Je ne suis pas moi-même spécialement compétente pour contribuer à cette discussion dans la mesure où, étant chercheuse au CNRS, je n'ai pas de pratique quotidienne de cet enseignement, et où je n'ai pas non plus de responsabilité institutionnelle dans son pilotage. Cependant, comme beaucoup d'autres de mes collègues, je porte un intérêt considérable à ces questions en raison de ma trajectoire personnelle. En effet, j'ai enseigné les mathématiques pendant vingt ans dans toutes sortes d'établissements, des lycées professionnels, des lycées d'enseignement général, des collèges en France et à l'étranger. C'est pour les besoins de mon enseignement que je me suis intéressée à l'histoire des mathématiques. Je me suis formée un peu sur le tas, notamment dans le cadre des groupes IREM (Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques) de Montpellier et de Paris, qui étaient très engagés dans la promotion de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement secondaire. Et c'est en étroite liaison avec ma pratique de l'enseignement que j'ai commencé à m'intéresser à la Mésopotamie alors que j'enseignais au lycée français d'Ankara, en Turquie.

C'est donc en tant qu'acteur de l'enseignement secondaire que je m'exprime, comme va le faire Barbara tout à l'heure. Karine m'a demandé de parler de mon expérience, c'est donc ce que je vais faire. Mais cela va nous entraîner dans un monde assez différent de celui que nous fréquentons habituellement en tant que chercheurs.

Avant de me tourner vers la recherche, j'enseignais les mathématiques dans un collège de l'est parisien classé « ZEP », ou « zone d'éducation prioritaire », autrement dit un établissement situé dans un quartier où beaucoup de familles connaissent de grandes difficultés sociales.

Dans cet établissement qui devait faire face à un fort échec scolaire, les enseignants formaient des équipes relativement soudées et mobilisées. Divers dispositifs dits de « remédiation » avaient été mis en place, ce qui est courant dans les ZEP. Moins banal, pour un certain nombre d'entre nous, professeurs de mathématiques, nous avons décidé de refuser ce que j'appellerais la malédiction des ZEP, à savoir la tentation qui pousse inexorablement à délivrer un enseignement pauvre pour les enfants des pauvres. En effet, devant la difficulté d'enseigner dans les ZEP, la tentation est grande de réduire au minimum les ambitions, de décomposer des notions complexes en tâches microscopiques dépourvues de sens, d'adopter une pédagogie du rabâchage, et de pratiquer à outrance les questions à trou ou les QCM. Partant de la conviction que les causes de l'échec scolaire sont avant tout sociales, et pas cognitives, nous avons fait le choix inverse. Avec le soutien de l'IREM de Paris, nous avons décidé de mettre les élèves en situation de recherche par petits groupes sur des problèmes mathématiques que nous choissions délibérément difficiles, et cette méthode a très bien marché. Une brochure et un petit film de l'IREM relate cette expérience, mais ce n'est pas le sujet aujourd'hui. Je voulais juste donner une idée du climat de travail dans ce collège.

Une autre piste avait aussi été explorée, celle du tutorat, qui consiste à mobiliser les grands élèves pour aider les petits. Dans ce contexte, nous avons mis en place un « atelier d'histoire des mathématiques » destiné aux élèves de 6^e. Une des raisons du choix de la classe de 6^e est que le programme d'histoire et de mathématiques de ce niveau se prête bien à la rencontre des deux disciplines. Les élèves de l'atelier choisissaient un sujet, souvent lié à l'histoire des nombres, par exemple les numérations utilisées dans le passé en Grèce, ou en Chine, dans le monde arabe, en Mésopotamie, en Inde, ou en Méso-Amérique. Notons que les enfants originaire d'Asie choisissaient volontiers un sujet sur la Chine, ou ceux originaires d'Afrique du nord ou sub-saharienne un sujet sur le monde arabe ou sur la Mésopotamie... Une fois qu'ils s'étaient mis d'accord sur un sujet, les élèves constituaient des petits groupes qui avaient pour mission de préparer une séance d'enseignement dans une classe de CM2 de l'une des écoles de la ZEP. Ils commençaient par faire des recherches au CDI sur le sujet qu'ils avaient choisi. Ensuite, ils préparaient un petit diaporama et des exercices à faire faire à leurs futurs « élèves » de primaire. Ensuite, on organisait des répétitions pour que leur numéro devant les classes de CM2 soit parfaitement au point. Enfin, chaque petit groupe allait devant une classe de l'une des écoles de la ZEP pour présenter le sujet choisi. Comme toujours dans ce genre d'expérience, on est impressionné par le sens des responsabilités des enfants, leur capacité à travailler dur, et leur fierté à se retrouver dans une position d'expert. Des élèves habituellement ingérables en classe se transforment souvent, dans ces cas, en petits professeurs respectueux et responsables. Le public de CM2 était généralement enthousiaste, si bien que l'année d'après, lorsqu'ils arrivaient au collège, nombre de ceux qui avaient bénéficié de l'enseignement prodigué par leurs aînés de 6^e s'inscrivaient à leur tour dans l'atelier d'histoire des mathématiques.

Au-delà de ces anecdotes sympathiques, je voudrais témoigner de phénomènes que j'ai observés et que je considère comme absolument essentiels. Je voudrais insister sur deux d'entre eux.

D'abord, avec l'histoire des mathématiques, des enfants originaires de tous les continents découvrent que les mathématiques ne sont pas un savoir étranger à leur propre histoire, mais au contraire en font complètement partie. C'est pour cette raison que je pense que l'histoire des sciences, vue de façon très large géographiquement et chronologiquement, a potentiellement le pouvoir d'améliorer l'impact de l'enseignement des sciences. En bref, je dirais que les sciences du monde ont du sens pour les enfants du monde. Ce n'est pas une formule rhétorique, mais quelque chose que j'ai vécu.

Un autre aspect tout aussi essentiel, mais peut-être plus difficile à mettre en évidence, m'a marqué. Les échanges que j'ai eus avec les enfants dans ces ateliers, ainsi que dans mon enseignement du programme de mathématiques de 6^e, m'a beaucoup appris, notamment sur les nombres. Je considère que ce savoir acquis auprès des enfants est infiniment précieux. Il m'a été utile pendant toutes mes recherches historiques, et l'est encore aujourd'hui. C'est peut-être précisément parce que je travaillais dans une ZEP que j'ai pu recueillir ce savoir : les enfants des ZEP, parfois, ou même souvent, ne sont pas dociles. Ils révèlent avec franchise par leur réaction ce qui cloche dans l'enseignement.

La nature de ce savoir est assez insaisissable. Mais je vais essayer d'illustrer ce que je veux dire avec un exemple simple. A l'école primaire et en sixième, on apprend à convertir des nombres prononcés oralement ou écrits en toutes lettres, en nombres écrits en chiffres. Par exemple, on apprend que le nombre qu'on exprime oralement « trois mille un », c'est le même nombre que celui qu'on écrit en chiffre 3001, ou que celui qu'on place dans le tableau de numération en marquant un 3 dans la colonne des mille et 1 dans la colonne des unités, ou que celui qu'on représente sur un abaque. Dans l'esprit des programmes officiels, il s'agit de représentations différentes du même nombre. Et pour bien enfoncer le clou, on propose aux enfants des batteries d'exercices qui consistent à passer d'une représentation à l'autre. Les enfants font continuellement des erreurs dans la traduction des nombres de leur forme orale à leur forme écrite et vice versa, mais se trompent rarement en utilisant ces nombres avec l'aide du tableau de numération. En analysant leurs erreurs et en discutant avec eux, on réalise que pour les enfants, la numération parlée, la numération écrite en chiffres indo-arabes, et le tableau de numération, ce n'est pas la même chose. Je pense qu'ils ont raison. En effets, les différentes formes de nombres résultent d'histoires différentes. Pour cette raison, ce ne sont pas les mêmes règles qui régissent leur formation : la numération orale n'est pas positionnelle, ni même totalement décimale, alors que la numération écrite est positionnelle décimale. Pour représenter un nombre sur le tableau de numération ou sur un boulier, on n'a pas besoin de zéro, pour l'écrire hors du dit tableau, on a besoin de zéros. De plus, on utilise l'oral et l'écrit dans des buts généralement différents, ce qui rend les exercices de transformation de l'un dans l'autre relativement vides de sens.

La pratique de l'enseignement et de l'enquête historique nous apprend que les nombres dits, écrits et matériels ont été forgés dans des contextes différents, dans des buts différents, et sont de natures différentes. Cependant, l'histoire moderne les a rendus identiques. Par histoire moderne, j'entends l'histoire des mathématiques récentes et ses opérations d'unification, et aussi celle des institutions et la fabrication de ce que les didacticiens appellent les « savoirs enseignés ». A à mon sens, cet écrasement des différences, ou cette uniformité pour utiliser un terme cher à Karine, est la cause de grandes confusions dans l'enseignement élémentaire.

C'est une des raisons pour lesquelles on peut penser que l'histoire des sciences a aussi potentiellement le pouvoir de transformer le contenu même de l'enseignement des sciences. Cette perspective a été explorée, pour le cas des mathématiques anciennes, dans le cadre du projet européen SAW porté par Karine.

Aujourd'hui, les pratiques de l'enseignement de l'histoire et la philosophie des sciences et des techniques se sont beaucoup développées, et sont maintenant très diversifiées. Je vais me limiter à citer quelques exemples, qui concernent surtout l'histoire des mathématiques que je connais mieux. Chacun d'entre eux mériteraient de plus amples développements, qui seront offerts pour certains par les participants à cette table ronde.

L'enseignement actuel de l'histoire des mathématiques dans les niveaux primaire et secondaire est en partie la continuation d'une longue tradition, qu'on a vu se développer notamment au XIXe siècle dans divers pays, par exemple en Chine, en Inde, en Europe et aux Etats-Unis.

Parmi les acteurs de cette tradition, on peut citer Florian Cajori, le premier des historiens des mathématiques professionnels aux Etats-Unis, qui a entrepris l'écriture de son histoire des mathématiques, *A History of Mathematics*, paru en 1893, pour répondre aux demandes de l'enseignement des mathématiques. La préface de son livre commence ainsi :

An increased interest in the history of the exact sciences manifested in recent years by teachers everywhere, and the attention given to historical inquiry in the mathematical class-rooms and seminaries of our leading universities, cause me to believe that a brief general History of Mathematics will be found acceptable to teachers and students.

Un intérêt croissant pour l'histoire des sciences exactes s'est manifesté ces dernières années de la part des enseignants partout dans le monde et l'attention accordée à l'enquête historique dans les classes mathématiques et les séminaires de nos plus grandes universités me font croire qu'une brève histoire générale des mathématiques devrait être appréciée par les enseignants et les étudiants.

Cette tradition d'enseignement de l'histoire des sciences et s'est ancrée dans les pratiques notamment sous l'influence des organisations professionnelles internationales. Citons, pour ce qui concerne les mathématiques, la Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique ou CIEM, aujourd'hui ICMI (*International Commission on Mathematical Instruction*), créée en 1908 à Rome lors du IVe congrès international des mathématiciens. Dès sa création, la CIEM a mis en avant à la fois la nécessité de développer une nouvelle discipline,

l'éducation mathématique, et celle d'articuler l'enseignement des mathématiques avec son histoire. Un des plus ardents promoteurs de l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement était David Eugene Smith, qui fut un des fondateurs de la CIEM, en a été le vice-président sous la présidence de Félix Klein (1908-1920), puis le président de 1928 à 1932.

De la même façon que Cajori, et avec presque les mêmes mots, Smith a expliqué dans sa préface que son engagement dans l'écriture d'une monumentale histoire des mathématiques (*History of Mathematics*, dont le tome I est paru en 1923 et le tome II en 1926) était une réponse à un besoin de l'enseignement des mathématiques :

This work has been written for the purpose of supplying teachers and students with a usable textbook on the history of elementary mathematics, that is, of mathematics through the first steps in the calculus. The subject has come to be recognized as an important one in the preparation of teachers of mathematics and in the liberal education of students in colleges and high schools.

Ce travail a été écrit dans le but de fournir aux enseignants et aux étudiants un manuel utilisable sur l'histoire des mathématiques élémentaires, c'est-à-dire des mathématiques à travers les premières étapes du calcul. Le sujet est maintenant reconnu comme important dans la préparation des professeurs de mathématiques et dans l'éducation libérale des étudiants dans les collèges et lycées.

Dans un autre contexte, en France et beaucoup plus tard, les IREM ont joué un rôle considérable dans la diffusion de l'introduction de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement secondaire. Aujourd'hui les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE), anciennement IUFM, ont largement intégré la dimension historique dans l'enseignement des mathématiques. Les programmes scolaires officiels préconisent cette approche historique, quoique de façon fluctuante et un peu erratique. Cette tendance se reflète aussi dans l'évolution des programmes des concours de recrutement des enseignants (les interventions des membres de la table ronde développeront ces évolutions).

En dépit de la richesse de ces expériences, du bilan extrêmement positif qu'en tirent le plus souvent leurs divers protagonistes, l'enseignement de l'histoire et la philosophie des sciences et des techniques reste marginal, et reste insuffisamment soutenu dans les faits par l'institution scolaire et universitaire.

Par ailleurs, un enseignant disposant de la volonté et des moyens d'introduire un enseignement de l'histoire et la philosophie des sciences et des techniques dans ses cours est confronté à une difficulté qui peut s'avérer dans certains cas insurmontable : la rareté, voire l'absence de documentation adaptée, c'est-à-dire de manuels de bonne qualité scientifique et conçus pour un public d'élèves ou d'étudiants. Peut-être nous manque-t-il des entreprises comparables à celles de Cajori et de Smith, dont les motivations restent d'actualité, même si les entreprises de ce genre ne peuvent être que collectives aujourd'hui. La documentation des enseignants est un domaine de recherche qui s'est beaucoup développé ces dernières années, et une réflexion de la communauté dans ce domaine me paraît hautement souhaitable.