

# Les mathématiques sont-elles tombées du ciel ?

Julien Dichant

Dans le cadre du travail de mémoire professionnel demandé aux stagiaires de première année, j'avais décidé d'entreprendre une expérience d'enseignement de l'histoire des mathématiques dans une classe de seconde et de chercher à déterminer en quelle mesure cet enseignement pouvait modifier la représentation des maths par les élèves, et, partant, en quoi il pouvait être profitable à leur apprentissage.

Mon choix s'était porté sur le thème de l'histoire des mathématiques avant tout par goût personnel. Je me passionnais depuis longtemps pour l'Histoire en général et l'histoire des idées en particulier. Mais au-delà du simple plaisir de comprendre les raisons internes et externes du développement des mathématiques, l'étude de cette évolution me paraissait essentielle à une meilleure compréhension de la discipline. Aussi étais-je d'emblée convaincu que l'histoire des maths devait être une composante incontournable de l'enseignement des mathématiques, ne serait-ce que pour « casser » le cliché utilitariste courant chez les élèves. Plus encore, pour l'enseignement des mathématiques en elles-mêmes, l'histoire des maths me paraissait fournir de nombreux outils pédagogiques et une disposition d'esprit chez les élèves particulièrement favorable à l'apprentissage de nouvelles connaissances.

## 1. Des maths plus humaines

Le premier intérêt que j'ai vu à cet enseignement est ce que j'appellerais une humanisation des mathématiques. Déjà dans la mesure où l'histoire des maths montre et raconte que ce sont des individus qui fabriquent ou explorent les mathématiques. La vie des mathématiciens est souvent le premier accès à l'histoire des mathématiques. Bien sûr, en théorie, les élèves savent que Pythagore et Thalès désignent des êtres humains. Mais il n'est qu'à voir l'emploi de leur nom qui est fait par les élèves (pas de majuscule, ellipse du terme de « théorème de ») pour s'apercevoir qu'il est tout à fait dépersonnalisé. De plus, ce sont bien souvent les seuls noms connus, et plutôt que d'être les représentants les plus illustres de la communauté des mathématiciens à travers les âges, ils ne sont que des termes exotiques pour désigner des configurations géométriques. Au mieux, ils sont les deux personnages connus d'une mythologie obscure. Donner de la chair et des visages aux mathématiques, c'est déjà rapprocher ces dernières des élèves.

Faire découvrir la vie des mathématiciens me paraît aussi être le premier moyen de rendre sa dimension temporelle aux mathématiques. Faire apparaître ce relief doit permettre de désacraliser les maths, de briser l'image d'un corpus figé, achevé, d'un seul bloc. En outre, cela leur donne une articulation interne qui les rend plus intelligibles.

Bien entendu, l'histoire des maths proprement dite doit prendre le relais de l'étude des vies illustres. Mais, là encore, la vie des mathématiciens peut servir de « pont » à l'étude de leurs idées, de leurs conceptions, et finalement de leur environnement social et culturel.

On dessine alors petit à petit une image des mathématiques composantes d'une culture humaine et d'un patrimoine (mondial de surcroît) des mathématiques qui s'élaborent, difficilement, en des rapports dialectiques avec leur environnement social, culturel et scientifique, sous son influence stimulante ou au contraire sous son emprise, et finalement pour le développement de celui-ci. L'histoire des mathématiques donne de la valeur aux concepts utilisés ; elle permet de dégager la pertinence des outils choisis, améliorés, et peaufinés. Elle donne du prix à cet héritage.

Enfin, elle initie aux réflexions philosophiques soulevées notamment par l'usage si efficace et décisif des mathématiques.

Ce sont toutes ces raisons qui me poussaient à mener cette expérience avec mes élèves, mais j'y étais d'autant plus encouragé que je bénéficiais d'un cadre tout à fait propice à cette tentative : en 2002-2003, j'avais en responsabilité la classe de seconde dite « internationale » du lycée Marc Chagall de Reims ; cette classe réunissait des jeunes gens assez cultivés aimant s'instruire.

## 2. Démarche générale de l'expérimentation

Au début de l'année, j'avais déjà eu l'occasion de faire quelques références à l'histoire des maths devant mes élèves : des anecdotes sur Pythagore et son école, Thalès, Ératosthène et le calcul du périmètre des méridiens, Archimède et le calcul de la circonférence d'un cercle... J'avais d'ailleurs pu apprécier l'intérêt que cela suscitait chez les élèves lorsque, abordant une activité sur la droite d'Euler d'un triangle, certains élèves m'avaient demandé qui était l'« Euler » dont il était question.

Mais, comme je l'ai dit, je ne voulais pas me limiter à des anecdotes sur la vie des mathématiciens. Je voulais donner à mes élèves un tableau d'ensemble de l'histoire des mathématiques, dégager des perspectives, dessiner l'évolution des mathématiques et pas seulement décrire quelques « instantanés ». Je ne voulais pas seulement leur faire manipuler des méthodes ou des concepts anciens qui les éclaireraient sur les démarches et les difficultés des mathématiciens du passé (et donc ne pas m'en tenir à des activités à caractère historique), mais leur faire sentir, et pourquoi pas comprendre, les liens profonds entre la pratique humaine des mathématiques et son environnement social. Je voulais les initier à une réflexion philosophique sur les mathématiques.

Aussi ai-je très vite opté pour la réalisation d'exposés sur différents thèmes qui balayeraient, grosso modo, l'ensemble de l'histoire des maths. Cette année étant ma première année d'enseignement, j'avais évidemment du mal à apprécier les connaissances historiques de mes élèves, leurs capacités de recherche, de réflexion, d'analyse et de synthèse. C'est pourquoi le meilleur moyen de ne pas leur faire des cours qui seraient d'un trop faible niveau ou au contraire trop ardu, était de leur faire réaliser eux-mêmes les exposés. Bien entendu, cela présentait également les

avantages de les faire s'impliquer dans leur travail, de leur donner le temps de s'imprégner de leur thème et d'en comprendre les divers aspects.

J'ajouterais que les exposés que j'envisageais me semblaient être un très bon moyen de mettre en avant la transdisciplinarité et qu'ils pouvaient représenter une première approche des travaux qui seraient demandés aux élèves les deux années suivantes dans le cadre des TPE.

Avant d'aborder le sujet en classe, je réalisai un questionnaire portant sur l'histoire des maths, destiné à dégager un premier état de leurs connaissances « brutes ». L'analyse de leurs réponses me montra que l'histoire des maths n'était pas totalement étrangère aux élèves. Ils avaient appris quelques lieux communs, mais des « évidences » n'étaient pas connues de tous. Leur réflexion personnelle leur avait inspiré quelques vérités qu'ils avaient cependant du mal à défendre. Ils manquaient d'arguments illustrés pour étayer les idées qu'ils ressentaient presque intuitivement. Ils n'avaient jamais étudié l'histoire des maths en tant que telle, ce qui leur donnait une vision partielle, décousue, imprécise, déformée et donc finalement fautive de cette histoire et, partant, de cette discipline. Faute d'exemples en nombre, de discussions et de réflexions menées sur le sujet, les élèves n'intégraient pas les mathématiques dans le courant de la pensée humaine, les détachaient de leur environnement social et voyaient l'essentiel des mathématiques (en tout cas, celles qu'ils pratiquent) comme un corpus achevé, intemporel et inhumain. Ils se soumettaient au formalisme et au rigorisme mathématiques sans voir la puissance des modèles et outils difficilement élaborés par des générations d'intellectuels.

Ce premier bilan me motiva donc à double titre : j'aurais presque « tout » à leur apprendre et je les savais réceptifs, curieux, et disponibles à la réflexion.

### 3. Expérimentation

#### a) Élaboration des sujets

La première étape du travail a été bien sûr l'élaboration des sujets. Il y avait déjà des « incontournables » : la naissance des mathématiques et les mathématiques grecques. J'hésitais cependant à proposer deux exposés sur les Grecs, un sur la Grèce classique et un autre sur la période alexandrine. J'ai vite opté pour un sujet sur les mathématiques arabes : importantes en elles-mêmes, elles le sont aussi en tant que vecteur des connaissances antiques pour l'Occident ; elles illustrent également le caractère universel des contributions à leur développement. Initialement, j'avais pensé à un sujet sur les mathématiques indiennes et chinoises, mais comme je n'en connaissais presque rien, j'ai préféré ne pas le retenir. Pour évoquer l'Europe moderne et les mathématiques actuelles, le théorème de Fermat, ce « monument » de l'histoire des maths, s'imposait. En revanche, j'ai préféré scinder celui-ci en deux exposés : l'un portant sur le théorème proprement dit et son histoire, l'autre sur l'émergence du rationalisme scientifique en Occident. J'ai choisi un sujet sur les mathématiciennes à travers l'Histoire qui présentait de nombreux intérêts : c'est une excellente illustration de l'influence de la société sur l'activité mathématique et c'est un thème transversal (le sujet balaye plusieurs époques et concerne également la

nôtre). Enfin, j'ai finalement mis de côté un sujet portant sur la Révolution Française et les maths, parce que je craignais de ne pas le dominer suffisamment.

L'équilibrage des sujets a également été une préoccupation importante qui a commandé aux développements que je réclamaïis ou non sur tel ou tel sujet. Pour guider les recherches des élèves, j'ai décidé d'accompagner les thèmes d'exposés de questions qui ne devaient servir qu'à orienter l'exposé.

## b) Sujets

Voici donc les sujets d'exposés, tels que je les ai donnés aux élèves :

### 1) Naissance des mathématiques

*Où et quand les mathématiques sont-elles nées ? En quoi consistaient les premières mathématiques ?*

*À quels problèmes concrets répondaient-elles ? Qui les pratiquait ?*

*À quelles grandes inventions la naissance des mathématiques correspond-elle ?*

*Quelles transformations sociales ces inventions ont-elles engendrées ?*

*Décrivez la cité de Babylone à cette époque.*

L'idée était bien sûr de leur faire décrire la naissance de la civilisation en Mésopotamie (suite à la révolution néolithique qui vit apparaître agriculture et élevage), et l'activité commerciale au sein des cités-États (qui réclama l'apparition des scribes).

### 2) Les mathématiques grecques

*Qui sont Pythagore et Thalès ?*

*Quel est le domaine mathématique de prédilection des Grecs ? En quoi leur façon de faire des mathématiques se distingue-t-elle des civilisations précédentes ?*

*Qui est Euclide ? Présentez Alexandrie à cette époque.*

*Les Romains ont-ils beaucoup contribué au développement des mathématiques ?*

Je cherchais à ce que les élèves décrivent les spécificités de la pensée grecque (géométrisation, abstraction théorique et démonstration) en lien avec la démocratie de la cité (suivant en cela la thèse de Jean-Pierre Vernant). Je voulais aussi qu'ils décrivent le pôle culturel qu'était la ville bâtie par le conquérant Alexandre.

### 3) L'Empire arabo-musulman et les sciences

*Retracer brièvement l'histoire de l'Empire arabo-musulman.*

*À quels problèmes concrets les mathématiques arabes répondent-elles ?*

*Quel est l'apport de l'Empire arabo-musulman aux mathématiques ?*

*Qu'est-ce qui favorise le développement des sciences dans la société arabe de l'époque ?*

Ce sujet devait éclairer les élèves sur les problèmes concrets qui motivaient le développement mathématique : partages d'héritages, orientation dans le désert et la mer, calendriers agricoles et religieux, etc. Les élèves auraient à raconter l'activité

mathématique des Arabes : traductions des Anciens, trigonométrie, algèbre, chiffres, etc. Et à décrire les facteurs sociaux du développement (dynamique de l'Empire qui s'étend sur deux grands foyers de culture, califat, mécénat, tolérance religieuse de l'Islam).

4) L'émergence du rationalisme scientifique en Occident

*Qui est François Viète ? Quel est son apport principal en algèbre ?*

*Qui est Galilée ?*

*Qui est René Descartes ? Quelle est l'originalité de sa démarche en sciences et en philosophie ? Où retrouvez-vous son apport dans les mathématiques que vous pratiquez ?*

*Qui est Marin Mersenne ?*

Ce sujet était particulièrement riche. Un premier aspect était l'essor du symbolisme algébrique avec Viète ... et les autres. La vie de Galilée était l'occasion d'évoquer divers points : le commentaire de sa phrase « *le livre de la nature est écrit en langage mathématique* », l'Inquisition et son immixtion dans les sciences, et la description des mouvements des astres et des corps par des lois exprimées mathématiquement. Le raisonnement déductif de Descartes importé des maths à la philosophie et aux sciences était aussi à traiter. Il fallait évoquer la géométrie analytique. Enfin, la vie de Marin Mersenne permettait de décrire et de commenter la naissance de la communauté scientifique.

5) Le théorème de Fermat

*Qui était Pierre de Fermat ? Quel est l'énoncé du théorème de Fermat ? Dans quelles conditions a-t-il été énoncé ? Qui l'a démontré pour  $n=4$  ? pour  $n=3$  ?*

*Qui sont Leonhard Euler et Évariste Galois ?*

*Qui l'a démontré dans le cas général ?*

*Qu'appelle-t-on les conjectures de Goldbach ?*

Évidemment, les élèves ne pouvaient pas entrer dans les détails des diverses démonstrations, mais ils pouvaient comprendre l'énoncé du théorème. Cela relève de la culture générale. J'ai « introduit » Galois parce que les concepts qu'il a ébauchés sont tellement importants pour les mathématiques modernes qu'il a, en un sens, participé à la démonstration du théorème ; et il faut avouer que c'est un personnage haut en couleurs de l'histoire des mathématiques que je tenais à faire connaître à mes élèves. Enfin, les références aux conjectures de Goldbach permettaient de donner des exemples de problèmes non résolus dont l'énoncé est aisément compréhensible par les élèves.

6) Les mathématiciennes à travers l'Histoire

*Quelles sont les grandes mathématiciennes de l'Histoire ? Rédiger des notes biographiques.*

*Quelle est la place des mathématiciennes aujourd'hui ?*

La grecque Hypatie, l'italienne Maria-Gaetana Agnesi, la française Sophie Germain et l'allemande Emmy Noether étaient bien sûr les mathématiciennes que je voulais faire découvrir aux élèves. La question portant sur notre époque était une occasion de montrer que les problèmes n'appartenaient pas qu'au passé (puisque les femmes ont encore, de fait, un accès moindre à certaines études supérieures et aux carrières qu'ouvrent celles-ci), de discuter des éventuels préjugés que les élèves pouvaient avoir à ce propos et ainsi de participer à la formation de leur esprit critique. En outre, cela rentrait tout à fait dans le cadre de la mission qu'a l'école d'œuvrer à l'égalité des sexes.

### c) Choix des groupes

Le problème qui s'est posé ensuite a été celui du dispositif. J'ai choisi de laisser les élèves former leurs groupes, car la priorité était qu'ils travaillent ensemble, et donc d'éviter les inimitiés qui auraient pu nuire aux recherches et aux réflexions communes. Puis, il a fallu attribuer les sujets aux différents groupes. J'ai donné le dernier sujet, à propos des mathématiciennes, au groupe, mixte (j'y tenais), qui réunissait, entre autres, des élèves en grande difficulté avec les maths pour lesquelles je pensais qu'elles aimeraient s'investir sur ce thème. J'ai attribué l'exposé sur le dix-septième siècle au groupe qui comptait les meilleurs élèves et, à ce qu'il me semblait, les plus motivés. À part ça, la distribution des sujets s'est faite au hasard.

### d) Préparation des exposés

En donnant les sujets, je précisai ce que j'attendais d'eux : un travail en commun de recherche et d'étude en vue d'un exposé oral d'une demi-heure, accompagné d'un résumé d'une demi-page (qui devait me permettre d'avoir un « contrôle éditorial » préalable). Je leur indiquai peu de sources : le roman de Denis Guedj *Le théorème du perroquet*, le rayon maths du CDI où figurent diverses histoires des mathématiques, et bien sûr Internet. J'étais curieux de voir ce qu'ils récupéreraient par « eux-mêmes ». Pour encourager l'attention en classe et la prise de notes, j'annonçai qu'il y aurait ensuite un contrôle portant sur l'ensemble des exposés. Trois semaines plus tard (dont deux de vacances), j'ai profité des heures de demi-classe pour discuter avec eux librement, groupe par groupe. Pendant que j'étais avec un groupe (environ 20 minutes pour chacun), les autres travaillaient ensemble sur des exercices de lecture graphique assez faciles, pour lesquels les explications entre élèves m'avaient paru très efficaces. Cela a permis de clarifier mes demandes, aussi bien sur la production que je réclamais, que sur le sujet qu'ils avaient à traiter. En fait, je crois que c'est à partir de ces discussions (très dynamiques de part et d'autre) que les élèves ont vraiment commencé à s'impliquer dans leur préparation.

J'ai pu remarquer également que les élèves n'avaient effectué leurs recherches que sur Internet ou presque, ce qui, pour certains points, était inadéquat. Ils lançaient les moteurs de recherche ... et se débrouillaient tant bien que mal avec la masse d'adresses récoltées. Le roman de Denis Guedj, de consultation difficile car sans index, n'a, à ma connaissance, pas été utilisé. Certains élèves ont en revanche su recourir à l'Histoire des mathématiques de Jean-Paul Collette. Par ailleurs, je leur ai signalé que je pouvais faire les photocopies sur transparents des documents qu'ils voudraient éventuellement utiliser.

### e) Déroulement

Lors de tous les exposés, tous les élèves de chaque groupe ont présenté chacun une partie de leur travail. De fait, dans chaque groupe, les élèves s'étaient eux-mêmes répartis le travail de recherche, sans pour autant verser dans un strict « cloisonnement ». Le plan était toujours annoncé au tableau (souvent déterminé par les questions intermédiaires, mais pas systématiquement). Dans l'ensemble, je crois que les élèves ont pris plaisir à exposer les fruits de leurs recherches et à réaliser ainsi, à eux tous, un travail important. Dans un questionnaire ultérieur, un élève s'est même exclamé : « *il était formidable, lors de la présentation de l'exposé en classe, d'apprécier le travail de chacun qui, réuni, formait une sorte d'œuvre* ».

#### **Premier exposé : la naissance des mathématiques**

Comme prévu, les élèves ont raconté brièvement la révolution néolithique et les transformations sociales qui en découlèrent (avec, suspendue au tableau, une carte de la Mésopotamie qu'ils avaient empruntée à leur professeur d'Histoire). Ils ont évoqué les scribes et leur mission de collecte des impôts. Ils ont expliqué la numération sexagésimale avec un transparent représentant les nombres de 1 à 59, sans approfondir cependant. Ils ont parlé des plaquettes d'argile gravées grâce à des stylets, en montrant (photocopie sur transparent) la tablette Plimpton 322 recouverte de triplets pythagoriciens. Ils ont fait passer la photo d'un calendrier babylonien, établi en fonction de la lune. Puis, à ma surprise, ils ont expliqué le fonctionnement sommaire d'un boulier, en précisant toutefois qu'il s'agissait d'un boulier chinois. C'était assez dynamique : ils invitaient les autres élèves à faire des exercices du type « *représenter 750, puis 3804, sur le boulier* » ou « *effectuer la division 3784 par 7 sur le boulier* ». Enfin, ils ont décrit la cité de Babylone de la seconde période, avec ses rues perpendiculaires, ses temples, et ses jardins suspendus.

Il y a eu quelques questions : sur les triplets pythagoriciens, les scribes (« *est-ce que les connaissances mathématiques étaient répandues dans la population ?* »), des problèmes de dates (une confusion entre le premier âge mésopotamien et la renaissance babylonienne). Je suis intervenu à la fin pour aider à répondre aux questions, corriger certaines petites erreurs et insister sur ce qui me paraissait essentiel.

Le tout a duré plus longtemps que ce que j'avais prévu, une heure, comme les cinq autres exposés du reste.

#### **Deuxième exposé : les mathématiques grecques**

Mis à part la partie biographique, l'exposé a posé des difficultés au groupe. Les liens entre la pensée grecque et le fonctionnement, nouveau, de la Cité ont été difficiles à comprendre. Il nous a fallu plusieurs discussions sur le sujet, ce qui ne m'a pas étonné. En fait, c'est seulement la veille de leur exposé oral que les élèves ont « trouvé » des éléments sur ce point : je les ai rencontrés par hasard au CDI du lycée (« *Internet, c'est pas super, on trouve rien* ») et j'ai repéré sur leur table le livre de Jean-Pierre Vernant, *Les origines de la pensée grecque*. Je leur ai alors conseillé la lecture de certains chapitres. Il est sûr qu'une collaboration avec le professeur d'histoire aurait été ici particulièrement souhaitable.

L'exposé a commencé par un résumé assez ardu et très impressionnant des thèses de Jean-Pierre Vernant sur la formation de la pensée grecque : passage du système de la royauté mycénienne à la démocratie de la Cité, avènement de la pensée rationnelle en opposition aux conceptions mythologiques, caractéristiques de la philosophie grecque (pas d'observation ni d'expérimentation, démonstration et géométrisation). Dans la classe, l'ambiance était lourde ; tout était nouveau et très compliqué ; j'ai par exemple interrompu l'exposé pour distinguer polis et police, au grand soulagement de plusieurs élèves ! En fait, celle qui présentait cette partie n'avait pas su (ou pas eu le temps de) formuler elle-même ces idées : elle avait seulement compilé des phrases de Vernant, ce qui rendait son écoute difficile pour tous. Cela étant, le choix de ses citations témoignait de sa compréhension générale de la question.

Une biographie détaillée de Thalès de Milet a suivi, avec la projection d'une carte du monde méditerranéen au tableau (premier philosophe, découvertes en géométrie, astronomie, eau principe de toute chose, unité de l'être, etc). Cela a été le tour de Pythagore (son école et sa philosophie). Il y a eu ensuite une description du foyer culturel d'Alexandrie, avec la carte de l'empire d'Alexandre. J'étais aussi agréablement surpris du passage sur Alexandrie que nous avons très peu discuté avant. Je constatais ainsi que les élèves avaient compris l'esprit général de ces exposés. Le groupe a conclu sur l'œuvre d'Euclide. Des représentations de Thalès, Pythagore et Euclide accompagnaient l'exposé.

J'ai apporté quelques précisions sur Thalès, Pythagore et Euclide (en fait pour relativiser ce que nous savons d'eux) et sur les rapports entre la justice démocratique grecque, qui réclamait la mise à jour d'une vérité objective par un procès, et « l'invention » de la démonstration en logique et en mathématiques.

### ***Troisième exposé : l'Empire arabo-musulman et les sciences***

Cette fois-ci, le plan était original (par rapport aux questions-guides que j'avais posées). Les élèves ont commencé par raconter brièvement la vie du prophète Mahomet et la constitution de l'empire musulman. Ils ont parlé des nécessités pratiques, parfois de la vie quotidienne, qui réclamèrent le développement des sciences, mais aussi de leur utilisation par le pouvoir politique et religieux. Ils ont insisté sur l'immensité du territoire contrôlé et sur le fait qu'il réunissait deux grands foyers de culture, méditerranéen et oriental. Ils ont parlé de l'activité de traduction des Arabes. Ils ont expliqué les apports d'Al-Khwarizmi en maths et ailleurs, puis ceux d'Al-Tusi, en particulier en astronomie. A suivi une petite histoire du chiffre zéro et du système de numération de position (avec de bonnes explications). Enfin, le groupe a évoqué les « anticipations » des savants arabes, comme le débat sur la rotation de la Terre ou le schéma scientifique observation / expérimentation / analyse.

Une carte de l'Empire était suspendue au tableau.

Je suis revenu sur une confusion entre astrologie et astronomie, le mécénat et les universités musulmanes.

Lors de cet exposé, les élèves ont témoigné d'une indépendance certaine. Une fois qu'ils eurent compris l'esprit que je réclamaux exposés, ils choisirent eux-mêmes les thèmes à traiter et les anecdotes à raconter.

### *Quatrième exposé : l'émergence du rationalisme scientifique en Occident*

L'investissement très important d'un élève ne m'a pas permis de juger vraiment de celui des autres membres du groupe. Peut-être même a-t-il poussé les autres à ne pas faire grand-chose. Toujours est-il que le travail global était considérable. Le « résumé » comportait six pages très documentées (contre une demie demandée !).

Le groupe a commencé par évoquer la redécouverte des Grecs suivie de la remise en cause des anciens modèles, des besoins de développement de la cartographie et de la comptabilité. La vie de François Viète a ensuite été résumée : l'utilisation d'une algèbre symbolique avec rôles spéciaux aux consonnes et aux voyelles, et la croyance en l'omnipotence de cet outil (« *Ainsi, on peut résoudre tout problème.* »). De même pour René Descartes. Pour illustrer la géométrie analytique, les élèves avaient réalisé des graphiques de courbes dans des repères à trois dimensions (!), en couleurs, qu'ils ont projetés au tableau. Le raisonnement déductif propre à sa philosophie fut expliqué, ainsi que d'autres options philosophiques (« *La nature obéit à des lois.* »). Galilée et ses démêlés avec l'Inquisition au sujet de ses conclusions en astronomie ont pris le relais. Enfin, l'abbé Marin Mersenne et ses tentatives de créer une communauté scientifique par l'édition de travaux, la correspondance et les rencontres entre savants, ont terminé ce tour d'horizon. Le groupe a conclu avec des remarques historiques : la science qui n'était plus l'apanage de l'Église, l'essor de la bourgeoisie. Un tableau résumant les dates d'apparition des différents symboles algébriques a aussi été projeté au mur.

Je n'avais vraiment pas grand-chose à ajouter. J'ai seulement entrepris une petite discussion sur la phrase de Galilée : « *Le livre de la nature est écrit en langage mathématique* ». Si des élèves se sont exprimés, parfois très intelligemment, j'ai néanmoins du mal à estimer leur degré de compréhension de cette difficile question épistémologique.

### *Cinquième exposé : le théorème de Fermat*

L'exposé a débuté par la vie de Pierre de Fermat et ses idées d'avant-garde sur la géométrie analytique et les probabilités. L'énoncé du théorème de Fermat a été donné et expliqué. Les élèves ont ensuite raconté la vie de Leonhard Euler (qui démontra, selon eux, le cas  $n = 3$  du théorème), puis les résultats de Kummer (les cas où  $n$  est un entier inférieur à 100 et distinct de 37, 59, 67 et 74). Les 100 000 marks offerts par l'Université de Göttingen en 1908 à qui trouverait la démonstration générale ont suscité l'intérêt, et la preuve d'Andrew Wiles de 1994 l'admiration. Le groupe est revenu sur la vie d'Évariste Galois, son engagement, son œuvre et sa mort. Les élèves ont conclu par les conjectures de Goldbach (1742) : « tout entier pair est la somme de deux nombres premiers » et « tout entier impair est la somme de trois nombres premiers » (pour celle-ci, elles ont donné le résultat de Vinogradov, à savoir qu'elle est vérifiée dans le cas d'entiers suffisamment grands).

Les portraits de Fermat, Euler, Galois et Wiles ont illustré l'exposé.

Je suis revenu sur les énigmes épistolaires de Fermat, diverses anecdotes sur le théorème, l'erreur d'Euler (dont le reste de ses travaux fournissait toutefois la résolution) et les conjectures qui se sont révélées fausses pour des grands nombres

(notamment une conjecture d'Euler sur la somme de trois puissances quatrièmes qui ne peut être elle-même une puissance quatrième). J'ai fait réfléchir les élèves sur la « réalité concrète » du nombre à partir duquel la conjecture de Gauss relative aux nombres premiers devenait fausse, dans la mesure où ce nombre dépasse largement l'effectif total des particules élémentaires de l'univers. Leurs visages dessinaient des points d'interrogation ; la songerie collective fut interrompue par la question d'un élève : « *comment est-ce qu'on a calculé le nombre de particules de l'univers ?* ».

### ***Sixième exposé : les mathématiciennes à travers l'Histoire***

Comme prévu, le groupe exposa les biographies de Hypatie (sa fin tragique en particulier, mais pas seulement), de Maria-Gaetana Agnesi (la première femme à occuper une chaire de mathématiques en Italie et à faire éditer ses travaux), de Sophie Germain (son difficile accès à une formation, ses stratagèmes, ses relations avec Gauss, ses travaux sur l'élasticité), et enfin d'Emmy Noether (son œuvre en algèbre et son départ de l'Allemagne nazie pour les USA en 1933). Le portrait de Sophie Germain accompagnait l'exposé.

Le groupe a conclu par un « bilan » de ces vies de mathématiciennes et l'affirmation (malheureusement non argumentée) que tout ne s'était pas arrangé aujourd'hui et que les filles s'orientaient davantage vers des filières littéraires que scientifiques (sondage en classe à l'appui ... mais pas très concluant !).

Je suis revenu sur la période qu'a connue Sophie Germain : j'ai cité en particulier des extraits de livres de physique destinés aux femmes que les élèves avaient évoqués, et j'ai relancé la discussion sur l'ostracisme qu'avaient subi les femmes dans les sciences, qui n'était pas seulement dommageable pour elles-mêmes, mais aussi pour la science en général. C'était l'occasion de clarifier un peu les choses sur les préjugés et les idées reçues sur la question.

Incontestablement, c'est cet exposé qui a le plus marqué les élèves, ainsi que les réponses au questionnaire ultérieur en témoignèrent. Je cite la réponse complète d'une élève qui illustre assez bien l'enthousiasme que nous avons pu ressentir pour la plupart à mener ces activités d'histoire des maths :

*« Ce qui m'a le plus marquée est justement cette évolution au cours du temps. La façon dont les peuples ont pris référence sur les autres pour atteindre les méthodes actuelles.*

*L'intelligence des mathématiciens est également très remarquable et ces exposés auraient très bien pu provoquer chez nous des complexes d'infériorité !*

*Mais en tant que fille, l'exposé auquel j'ai été le plus attentive est celui sur les mathématiciennes et la façon dont les hommes se comportaient avec elles m'a marquée et désolée en pensant que l'évolution de la science et de la société aurait été encore plus importante s'ils ne s'étaient pas privés de la moitié de leur intelligence (...). Mais elles se sont battues et ont réussi malgré tout à s'imposer, je suis fière ! »*

#### 4. Bilan

Finalement, nous avons consacré environ six heures trente en classe pour les activités d'exposé. C'est beaucoup et je me le suis permis parce que nous n'étions pas (encore) en retard dans le programme.

Les exposés ont participé de la bonne cohésion de la classe, d'une part bien sûr par les relations au sein des groupes, mais aussi d'autre part par l'implication de chacun vis-à-vis de l'ensemble de la classe, par l'élaboration commune d'un travail d'ensemble. Certains élèves ont eux-mêmes relevé que « *même les élèves dont les maths n'étaient pas pour eux leur matière préférée s'étaient énormément investis* » ou que « *la recherche et la préparation de notre exposé étaient très enrichissantes du point de vue des connaissances, tout comme du point de vue amical. En effet, ça a contribué à renforcer les liens d'amitié entre chacun de notre groupe* ». C'est un résultat que je n'avais pas prémédité.

Du point de vue des connaissances précises, les élèves n'ont bien sûr pas tout retenu. Faute d'une certaine répétition, il ne peut pas en rester beaucoup. Cela s'amenuisera d'ailleurs encore avec le temps. De surcroît, les exposés n'ont pas toujours été très clairs ; des élèves se sont plaints de la difficulté de certains. Cependant, le contrôle de connaissances et surtout les impressions récoltées par un questionnaire final me paraissent montrer qu'une majorité des élèves ont repris durablement à leur compte une certaine vision des maths : l'évolution au fil des siècles et des civilisations, la valeur de cet héritage cosmopolite chèrement acquis, et les multiples rapports avec l'environnement social et culturel.

Plus positive encore est l'affirmation de quelques-uns qui pensent aborder dorénavant différemment les mathématiques qui leur seront enseignées. En dehors de la remarque anecdotique d'une élève (« *quand j'utiliserai le théorème de Thalès ou Pythagore, je penserai aussi à Mesdames Thalès ou Pythagore...* »), de nombreux élèves évoquent les origines et l'évolution des concepts mathématiques, les liens des maths avec la société, la vie des mathématiciens dont ils ont désormais une bonne galerie de portraits.

Ainsi, au-delà des connaissances précises d'histoire des maths que les élèves ont diversement assimilées et qui n'étaient d'ailleurs pas mon objectif premier, je crois que ces activités ont permis de modifier (plus ou moins profondément, c'est évident) la représentation des maths par les élèves, pour le plus grand bénéfice de leur pratique de cette discipline.

Depuis cette expérience, j'ai eu une idée qui aurait peut-être pu éviter certains inconvénients, à savoir la réalisation d'une « brochure », commune à toute la classe, reprenant l'ensemble des thèmes que nous avons abordés. Elle aurait probablement renforcé l'aspect « œuvre collective à laquelle chacun apporte sa pierre », mais surtout, elle m'aurait permis de contrôler de manière plus serrée, au préalable, le contenu des exposés, ce qui les aurait certainement rendus plus accessibles, plus condensés et donc plus captivants. Cela aurait nécessité de consacrer davantage de temps à la préparation, en particulier à la discussion des sujets, mais cela aurait aussi raccourci la phase d'exposition orale. En fait, dans le cadre du travail de mémoire, le

temps me faisait défaut, et je n'aurais sans doute pas pu entreprendre une telle démarche. C'est d'ailleurs aussi la raison pour laquelle j'ai dû condenser l'ensemble de l'activité sur peu de semaines. Étaler davantage ce travail dans l'année aurait certainement permis d'articuler en des occasions plus fréquentes les exposés avec le « programme ». Cela aurait contribué à donner du sens à celui-ci, tandis que ceux-là se seraient vus illustrés « concrètement ». Ce sont en tout cas des pistes que je chercherai à explorer dans les années à venir...

### **Bibliographie :**

COLLETTE Jean-Paul, *Histoire des mathématiques*, Renouveau pédagogique.

DAHAN et DALMEDICO, *Routes et dédales*.

BAUDET Jean, *Nouvel abrégé d'histoire des mathématiques*, Vuibert.

CARATINI Roger, *Les mathématiciens de Babylone*, Presses de la Renaissance.

VERNANT Jean-Pierre, *Les origines de la pensée grecque*, PUF.

DJEBBAR Ahmed, *Une histoire de la science arabe*, Seuil.

SINGH Simon, *Le dernier théorème de Fermat*, J-C Lattès.

LUMINET Jean-Claude, *Le bâton d'Euclide*.

Les romans de Denis Guedj.