

Bulletin de liaison 34 du 3 janvier 2016

Stratégie mathématiques, an II

L'année 2015 s'est achevée, du point de vue de l'activité de la CFEM, le 16 décembre, avec la troisième réunion de la commission de suivi de la Stratégie mathématiques (p. 3). Cette réunion a mis en évidence les avancées que la mise en œuvre de cette stratégie a permises (discussion approfondie des nouveaux programmes pour l'école et le collège, mise en chantier de nouvelles ressources dans le cadre de partenariats élargis, publication d'un programme du CAPES). Elle a mis en évidence aussi de nouvelles questions, autour par exemple de la restructuration du CAPES de mathématiques (p. 9) avec deux options (mathématiques et informatique) suscitant des inquiétudes légitimes sur les capacités des nouveaux professeurs recrutés par l'option informatique à enseigner les deux disciplines.

Cette réunion a été aussi l'occasion d'un retour sur les solutions mises en œuvre pour pallier le manque de candidatures aux concours de recrutement des enseignants de mathématiques. Nous avons exprimé nos doutes sur la capacité des nouveaux emplois apprentis professeurs à résoudre cette crise de recrutement. Comme le souligne Jean-Pierre Kahane (p. 4), la stratégie de pré-recrutements a déjà fait la preuve de son efficacité, elle devrait être mise en œuvre sans tarder.

La Stratégie mathématiques du ministère avait été décidée en décembre 2014. C'est donc l'an II de cette stratégie qui s'ouvre en ce mois de janvier 2016. Une année dont Michèle Artigue (ci-contre) souligne qu'elle sera une année de défis pour les acteurs de l'enseignement des mathématiques avec, en particulier, la mise en œuvre, en septembre, des nouveaux programmes de l'école et du collège. La préparation de cette mise en œuvre a déjà commencé, dans et hors les établissements (stages de formation, groupes de conception de ressources...). Cette préparation révèle la complexité des dispositifs à mettre en œuvre (par exemple pour les travaux interdisciplinaires).

La réflexion sur ces évolutions de l'enseignement des mathématiques, en relation avec les autres disciplines, est plus que jamais nécessaire. Les composantes de la CFEM y contribueront de façon active, comme le montre l'agenda des manifestations prévues pour 2016 (p. 2).

[Luc Trouche](#), président de la CFEM

Sommaire

Pages 1. Éditorial, et le point de vue Michèle Artigue

Page 3. La troisième réunion de la commission de suivi de la Stratégie mathématiques

Pages 4-7. La conférence d'ouverture de Jean-Pierre Kahane au colloque de l'Académie des sciences sur les parcours scientifiques et un commentaire de Nicolas Saby

Pages 8-9. René Cori sur la formation des professeurs et l'enseignement des sciences. Le nouveau CAPES de mathématiques.

Page 10-12. eFAN Maths, un MOOC pour enseigner et se former avec le numérique, appuyé sur des réseaux et des programmes de recherche

Page 13. Brèves

Page 14. Les mathématiciennes dans le dictionnaire universel des créatrices, par Anne Boyé.



De nouveaux défis pour l'enseignement des mathématiques

Michèle Artigue, professeur émérite à l'Université 7, médaille Felix Klein 2013

Nous sommes à l'aube d'une nouvelle année qui sera particulièrement importante pour la CFEM, tant au niveau national

qu'international. Au niveau national, les défis sont multiples, comme l'a encore bien montré la troisième réunion du comité de suivi de la [Stratégie mathématiques](#) qui s'est tenue le 16 décembre et dont ce bulletin rend compte (p. 3). Une ambitieuse réforme curriculaire se met en place, renouvelant programmes et structures. Elle affiche l'ambition de fonder une école plus juste, plus inclusive, plus apte à répondre aux défis du monde actuel. Si nous pouvons nous réjouir de la qualité du travail collaboratif qui a accompagné l'écriture des [nouveaux programmes de l'école primaire et du collège](#) pour ce qui est des mathématiques, si nous pouvons être raisonnablement satisfaits de ce que ce travail a produit, le plus dur reste à faire. Comment faire que cette réforme ne soit pas simplement une réforme de plus qui ne réussisse qu'à rendre plus difficile encore le travail des enseignants ? Comment faire pour qu'elle fasse réellement vivre les valeurs que nous attachons à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ? Comment accompagner, aider efficacement ceux qui vont avoir la tâche difficile de mettre cette réforme en œuvre dans un contexte très contraint et, qui plus est pour la première fois, simultanément à tous les niveaux d'enseignement ? Toutes les forces de la CFEM ne seront pas de trop pour affronter un tel défi.

Et que dire de la formation initiale des enseignants dont on ne peut que constater à quel point elle peine à se reconstruire après le démantèlement subi, épuisant l'énergie et la bonne volonté de ses acteurs ? Et de la formation continue, dont la déshérence, depuis des années, empêche d'exploiter comme elles devraient l'être les ressources spécifiques qui existent pour notre discipline, grâce au modèle innovateur des IREM ? Les défis sont nombreux et difficiles mais, comme le montrait bien aussi la réunion du 16 décembre, le dynamisme, l'engagement et la cohésion dont font preuve notre communauté représentent une force que nous ne saurions sous-estimer. A l'étranger, où souvent l'on doit affronter des difficultés bien similaires, on nous l'envie régulièrement.

L'année qui s'annonce est aussi une année importante pour la CFEM sur le plan international. C'est en effet en juillet 2016 qu'aura lieu à Hambourg, [le treizième congrès ICME](#), le plus grand événement international concernant l'enseignement des mathématiques, et [le colloque satellite du groupe d'étude HPM](#) (Histoire et pédagogie des mathématiques) affilié à l'ICMI sera, lui, organisé en France, à l'université de Montpellier, la semaine précédente. De plus, l'un des trois thèmes d'activités de la demi-journée thématique du congrès concernera la présentation et comparaison de quatre grandes traditions didactiques d'Europe continentale, celles de l'Allemagne, de la France, de l'Italie et des Pays-Bas (./... suite page 2).

Agenda CFEM

8 mars-12 avril : MOOC eFAN Maths (cf. p. 10 de ce bulletin)

14-20 mars : Semaine nationale des mathématiques

31 mars-2 avril : Première conférence internationale INDRUM (*International Network for Didactic Research in University Mathematics*), Montpellier

4 avril : bureau CFEM, 16h-18h IHP

20-21 mai : colloque Inter-IREM Interdisciplinarité, Rouen

2-4 juin : colloque international du réseau des IREM, Strasbourg

6-10 juin : premier congrès national de la SMF, avec, en particulier, une table ronde sur l'enseignement

10-12 juin : colloque CORFEM, Nîmes

13 juin : bureau CFEM, 19h-10h, IHP

13 juin : AG CFEM, 10h-13h, IHP

15-18 juin : colloque COPIRELEM, Le Puy-en-Velay

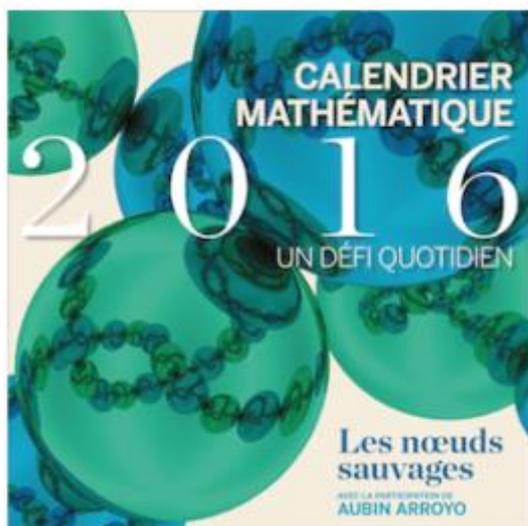
18-22 juillet : History and Pedagogy of Mathematics, colloque satellite ICME, Montpellier

24-31 juillet : 13 congrès international de l'enseignement des mathématiques (ICME), Hambourg



Le calendrier mathématique 2016

"Les nœuds sauvages": c'est le thème du Calendrier Mathématique 2016, qui paraît le 1er octobre. Il propose chaque jour un exercice ou un problème mathématique, et chaque mois un texte mathématique illustré sur la théorie des nœuds sauvages.



La parution française du Calendrier a été coordonnée par Ana Reichtman Bulajich, maître de conférences en mathématiques à l'Université de Strasbourg.

[Commande en ligne](#)

(suite de la page 1) Un groupe piloté par Werner Blum dont je fais partie prépare activement cette demi-journée. Nous avons choisi de l'initier par une première heure commune où les quatre traditions seront brièvement introduites, comparées et contrastées suivant quatre dimensions essentielles : le rôle joué par les mathématiques et les mathématiciens ; la façon dont cadres théoriques et réflexion épistémologique ont influencé et influencent la conception et le développement de la recherche didactique ; la place donnée au design didactique ; l'importance donnée au, et les formes prises par, le travail expérimental et empirique. Ensuite chaque tradition disposera d'une heure pour une présentation plus approfondie et d'une heure pour mettre en évidence les interactions qu'elle a développées avec d'autres traditions et cultures, en Europe et hors d'Europe, ainsi que les fécondations mutuelles qui en sont résulté.

C'est là un ambitieux programme et, pour le mener à bien pour ce qui est de la tradition française, un groupe s'est constitué au sein de la CFEM. Nous voudrions arriver à refléter cette tradition dans la diversité de ses facettes, montrer où elle puise ses sources et ce qui l'a façonnée ; nous voudrions montrer que, grâce aux IREM notamment, la recherche didactique s'y est développée en étroit contact avec le terrain, mais aussi avec une attention particulièrement forte portée aux mathématiques, à leur épistémologie et à leur histoire. Nous voudrions montrer l'évolution des problématiques, mais aussi les résultats obtenus et leur capitalisation progressive, ainsi que les défis sans cesse renouvelés. Inspirés par une initiative de nos collègues néerlandais, nous avons aussi prévu une publication consacrée aux collaborations, en nous centrant plus particulièrement sur les collaborations avec les pays du Sud, Afrique, Amérique latine, Asie. Dans dix pays, des équipes y travaillent. A ces préparatifs, s'ajoute la réalisation d'entretiens filmés avec Guy Brousseau, Yves Chevallard et Gérard Vergnaud, complétant ceux réalisés avec Maurice Glaymann, Jean-Pierre Kahane et André Revuz pour le centenaire d'ICMI en 2008, des témoignages essentiels pour notre mémoire collective. La préparation de cette après-midi, est un défi pour notre communauté, mais aussi une occasion privilégiée de réfléchir à nos forces et nos faiblesses, à ce qui nous anime, à ce vers quoi nous voulons aller.

Cette après-midi thématique ne sera cependant qu'une des multiples occasions que nous aurons au cours de ce congrès d'échanger avec des collègues d'autres pays et d'autres cultures. Or nous avons un grand besoin de ces échanges. Ils nous obligent à regarder différemment notre propre système, à questionner ce qui nous semble naturel, normal, nécessaire, et en fait ne l'est en rien. Ils nous obligent à voir qu'existent des alternatives là où cela nous semblait impossible. Ils nous obligent à réaliser que, malgré nos problèmes et nos difficultés, nous sommes toujours des privilégiés, et que nous avons à apprendre de ceux qui, notamment dans les pays du Sud, sont confrontés depuis longtemps aux inégalités sociales, de tous ceux qui cherchent, dans des conditions souvent difficiles, à faire de la diversité culturelle et linguistique un atout et non simplement un obstacle.

Une volonté politique, des moyens pour que cette volonté politique devienne convaincante sont certes nécessaires, mais le sont tout autant les gestes que nous pouvons faire au quotidien, individuellement et collectivement au sein de nos institutions, des réseaux auxquels nous appartenons, pour faire que l'éducation qu'ils reçoivent à l'école ouvre l'esprit de nos élèves, leur donne des moyens pour comprendre de monde qui les entoure, et d'aider à le rendre meilleur, plus tolérant et plus solidaire. Les mathématiques, bien commun de l'humanité, universelles mais aussi si diverses, au carrefour de tant de cultures, ont bien un rôle tout particulier à jouer pour que cette vision se concrétise. J'espère que l'année qui s'annonce nous permettra d'avancer dans ce sens, et vous adresse mes meilleurs vœux pour 2016.

Michèle Artigue, 22 décembre 2015



Stratégie mathématiques du MENESR, an II

Troisième réunion de la commission de suivi, le 16 décembre 2015

La Stratégie mathématiques, lancée par le Ministère de l'éducation en décembre 2014, repose sur **10 mesures clés**. La commission de suivi intègre des représentants du cabinet de la Ministre, des directions du ministère et des acteurs de l'enseignement des mathématiques (**en savoir plus**). Nous présentons ci-dessous des éléments de la discussion qui a porté sur quatre points principaux.

Les nouveaux programmes

Les **nouveaux programmes d'enseignement du cycle 2 au cycle 4** ont été publiés le 26 novembre. Nous avons fait état de nos inquiétudes quant à leur mise en œuvre simultanée à tous les niveaux de l'école et du collège, et avons insisté sur la nécessité de continuités entre les programmes et les documents d'accompagnement, entre la réforme du collège et celle du lycée, et sur la nécessité d'un suivi de la mise en œuvre des programmes.

Dans ses réponses, le Ministère nous a indiqué qu'un représentant du Conseil supérieur des programmes (CSP) au moins était associé à la rédaction des documents ressources, que ces premiers documents devraient paraître en janvier 2016, soulignant les ruptures qui pourraient apparaître entre les anciens et les nouveaux programmes (par exemple sur la connaissance de certains solides en cycle 3 ou l'algorithmique en cycle 4, qui, pour certains élèves, sera étudiée sur une seule année et pour d'autres pendant 3 ans,...). Le CSP a été saisi sur certains points, par exemples le référentiel pour le parcours citoyen, ou encore la création de nouveaux enseignements optionnels en ISN (Informatique et Sciences du Numérique). Il doit aussi faire un bilan des différents dispositifs d'enseignements récemment mis en œuvre, par exemple les enseignements d'exploration en seconde. Il n'y a pas de réforme planifiée pour le lycée dans le fil de celle du collège, mais une attention particulière portée au passage entre la nouvelle classe de troisième et la classe de seconde en vue de la rentrée 2017. Enfin, une instance de concertation et de suivi de la réforme, associant les représentants des personnels, devrait être mise en place dès le premier trimestre 2016.

Le recrutement des enseignants

La discussion a porté principalement sur la création de deux options (mathématiques et informatique) au CAPES de mathématiques (voir p. 9) et sur le nouveau dispositif des EAP (Etudiants Apprentis Professeur).

Nous avons déjà évoqué dans ces colonnes (**bulletin de décembre, p. 9**) le dispositif EAP. Il s'agit de proposer aux étudiants désirant devenir enseignant (boursier ou non), en deuxième ou troisième année de licence, un contrat d'apprentissage dans un établissement scolaire, encadré par l'université. Le dispositif est mis en place, cette année, dans 5 académies pour le premier degré, et dans toutes les académies pour le second degré (en Anglais, Allemand, Lettres et Mathématiques). Mis en œuvre dans toute la fonction publique (4000 cette année et 10000 l'année prochaine), il est censé « créer de la dynamique dans les recrutements ». Nous avons demandé un bilan précis du dispositif précédent et un suivi précis de ce nouveau dispositif. Nous avons regretté sa mise en place tardive, qui va se traduire par une année blanche dans certaines académies, et avons souligné que la création de petits groupes d'étudiants alternant dans un parcours de licence et master allait augmenter le coût de la formation, ce que n'accepteront peut-être pas les universités.

Sur le fond, nous avons mis en doute la capacité des nouvelles mesures (à la fois les EAP et le CAPES mathématiques-informatique) à résoudre la crise du recrutement des enseignants. La discussion a, de fait, mis en évidence une divergence d'appréciation avec le Ministère. Celui-ci estime que, d'ici 3 ans, le manque de

professeurs de mathématiques sera comblé, se basant sur l'augmentation de 16% du nombre d'inscrits au concours 2016. Nous ne faisons pas le même constat : dans les masters M1 MEEF, les effectifs des inscrits restent faibles et le public est très disparate : à côté d'étudiants issus directement de licences de mathématiques, mais aussi d'informatique ou de physique, il y a de nombreux étudiants en reconversion (ingénieurs, docteurs en physique,...). Les candidatures augmentent, car le nombre de postes offerts au concours remonte, mais les M1 l'augmentation est peu sensible et les taux de sélectivité rassurants ne sont pas atteints. Nous avons réaffirmé la nécessité de pré-recrutement, si l'on veut assurer un flux régulier et de qualité (ce qui rejoint le point de vue de l'Académie des sciences, cf. p. 6).

La formation initiale et continue

Nous avons souligné les problèmes structurels de la formation initiale des professeurs des écoles : en l'absence de cadrage plus précis pour les master MEEF et compte tenu de la polyvalence de la formation, le nombre d'heures consacrées à l'étude des mathématiques et de leur enseignement est très faible, les étudiants ont souvent un niveau disciplinaire en mathématiques insuffisant qui ne leur permet pas de comprendre les enjeux de la formation didactique et pédagogique. Il est demandé qu'il y ait des parcours différenciés pour les étudiants issus de licences scientifiques et de licences non scientifiques : un objectif à intégrer dans le cadre de la Stratégie mathématiques. Nous insistons par ailleurs régulièrement pour que des représentants des ESPÉ et des Universités soient associés aux travaux de la commission. Leur rôle, pour la formation continue, est évidemment fondamental.

La formation continue revêt aussi une importance critique, en particulier du fait des besoins des nouveaux programmes. La mesure 3 de la Stratégie mathématiques souligne la nécessité d'une meilleure prise en compte de la recherche. La commission de suivi a mis en évidence la richesse des ressources proposée par la recherche, que ce soit le **MOOC eFAN Maths**, le **MOOC pour le former à l'égalité hommes-femmes**, ou encore le **colloque sur l'interdisciplinarité** organisé par les IREM. Nous avons sollicité le soutien du Ministère pour le **congrès ICME** et le **colloque satellite HPM** (porté par l'IREM de Montpellier) et souligné l'importance de se nourrir des réflexions des autres pays.

Dans ce contexte, nous nous sommes étonnés que le réseau des IREM n'ait pas reçu de notification, par la DGSIP, de l'attribution d'un budget pour 2016. L'absence de tout représentant de la DGSIP à cette réunion ne nous a pas permis d'en savoir plus. Nous espérons que cette notification arrivera bien dès le début de 2016.

Des ressources mathématiques vivantes

En cours : groupes de travail IGEN-IREM-IFÉ pour des ressources transversales, plateforme vidéo de l'APMEP, **semaine nationale des mathématiques**. Le portail national de ressources, prévu pour février, n'ouvrira qu'en mai.

Les participants ont tous souhaité l'organisation d'un nouveau Forum mathématiques vivantes en 2017, à condition que les conditions de son financement soient connues assez tôt. A suivre donc !

En savoir plus : [le compte rendu complet de la CFEM](#)

La conférence introductive de J.-P. Kahane au colloque de l'Académie des sciences Pourquoi, quoi, comment ?



Ce colloque, portant sur les formations scientifiques, était organisé par Christian Amatore, ancien Délégué à l'Education et à la Formation, membre de l'Académie des sciences, Alain Boissinot, ancien Recteur, ancien Directeur de l'enseignement scolaire et Michèle Sellier, ancienne Recteure ([accès au programme](#)). Nous y avons déjà consacré un article dans le [bulletin de décembre de la CFEM](#). Nous y revenons avec la publication de la conférence d'ouverture de J.-P. Kahane, qu'il a bien voulu nous communiquer, et deux commentaires, le premier (p. 6) de N. Saby, le deuxième (p. 7) de R. Cori.



Pourquoi ? Quoi ? Comment ? Eléments de réponses à des questions ouvertes... et ouverture de nouvelles questions

Jean-Pierre Kahane est membre de l'Académie des sciences. Il a été président de l'ICMI de 1983 à 1990. Il a présidé, de 1999 à 2003, la Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques

Pourquoi ?

Pourquoi faut-il enseigner ceci ou cela ?

La réponse n'est jamais évidente. J'en ai pris conscience assez brutalement, il y a 15 ans, quand Claude Allègre, alors ministre de l'éducation nationale, m'avait désigné pour entreprendre une étude sur l'enseignement des mathématiques. Lui même s'était exprimé à ce sujet en constatant que l'apparition de l'informatique changeait la donne. Luc Ferry, alors président du comité national des programmes, avait très clairement posé la question : doit-on vraiment enseigner les mathématiques, et pourquoi ?

Nous avons pris cette question au sérieux. S'il faut résumer la réponse, je dirai qu'il faut enseigner les mathématiques parce qu'elles sont utiles et belles.

Mutatis mutandis, la formule s'applique à tous les enseignements scientifiques : la chimie est utile et belle, comme en vérité toute science.

Cela dit, utile à qui, utile à quoi ? Quant à la beauté, comment l'apprécier ?

Nous devons nous occuper d'enseignements déjà avancés, entre Bac-3 et Bac+ 3. Mais ces enseignements occupent une partie de la jeunesse tout à fait comparable en nombre et en importance à celle qui préparait le certificat d'études primaires en 1900. Et pour l'enseignement primaire, nous avons une référence sérieuse : c'est Paul Bert, qui, plus encore que Jules Ferry, a animé la réflexion sur l'école de la troisième république. Paul Bert souhaitait que l'on enseigne à l'école, et dans cet ordre, des éléments des sciences naturelles, des sciences physiques et des sciences mathématiques. L'utilité en était claire pour les

agriculteurs, les artisans et les commerçants, et Paul Bert s'en explique avec éloquence. Mais là ne s'arrêtait pas leur utilité. Je cite :

« Ce que nous avons eu comme objectif principal, c'est la discipline de l'intelligence, bien sûr que, lorsque les sciences naturelles lui auront appris à observer, les sciences physiques à prouver, les sciences mathématiques à préciser et à tirer les conséquences, nous aurions préparé un esprit libre de préjugés, difficile à séduire et sur lequel n'auraient pas facilement prise, d'où qu'elles viennent, les sorcelleries et les superstitions. »

Je retiens que pour Paul Bert l'enseignement doit répondre aux besoins immédiats des diverses professions, et à un but général, qui est de développer la discipline de l'intelligence.

La discipline de l'intelligence, le mariage entre observation et preuve, entre imagination et rigueur, entre audace et esprit critique, c'est sans doute à cette aune qu'on peut apprécier la portée dans l'enseignement de la beauté des sciences.

Mais on n'a pas fini avec l'utilité.

L'enseignement doit préparer à la vie active. Par exemple, les écoles d'ingénieurs doivent préparer au métier d'ingénieur. Dans un passé encore récent, le métier d'ingénieur avait une forte composante scientifique et technique, et les ingénieurs français étaient connus dans le monde comme ayant une solide formation scientifique. Les services ou entreprises qui engageaient des ingénieurs se chargeaient

de compléter cette formation par tout ce qu'il fallait apprendre sur le terrain. Une solide formation scientifique était un atout pour l'ingénieur comme pour l'entreprise.

L'évolution de la part des sciences dans les programmes des écoles d'ingénieurs depuis une vingtaine d'années est frappante. Elle diminue grandement au profit de tout l'aspect managérial du métier d'ingénieur. La formation vise à l'exercice du métier immédiatement à la sortie de l'école. Il y a naturellement des différences selon les écoles, mais c'est la tendance générale, qu'on peut appeler l'utilité à court terme.

Cependant il nous faut regarder plus loin. L'humanité se trouve devant de grands problèmes à résoudre. On commence à poser sérieusement certains d'entre eux. Il en surviendra d'autres, nous ne savons pas lesquels.



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

L'humanité devrait se préparer à y faire face, et il est clair pour nous qu'ils exigeront beaucoup de nouvelles connaissances et de nouvelles pratiques de nature scientifique. Il y faudra de l'imagination, de la rigueur, des expérimentations, un esprit critique, une collaboration dans la recherche comme dans les réalisations de portée sociale, et c'est aujourd'hui à l'aune de besoins nouveaux qu'on peut apprécier l'utilité et tenter de définir la discipline de l'intelligence que Paul Bert donnait comme premier objectif de l'enseignement public.

Dans le choix des contenus et des méthodes, je retiendrais cette discipline de l'intelligence comme l'objectif fondamental que nous devons viser, à travers les formes multiples que peuvent prendre les programmes, les matières et les contrôles.

Paul Bert commençait par les sciences naturelles, dans une France dont la majorité de la population était paysanne. Et il voyait dans l'apprentissage des sciences une voie pour sortir des superstitions et des préjugés de son époque. A notre époque, la population est en majorité urbaine, et les superstitions et préjugés ne sont plus de même nature. L'irrationalisme se nourrit du divorce entre le progrès des connaissances et le défaut de leur assimilation sociale.

J'ai assisté en 1946 à la dernière conférence donnée par Paul Langevin, sous le titre « La pensée et l'action ». La fin évoque le danger de ce divorce, et Langevin conclut de manière frappante :

« Il faut donc qu'à l'effort de construire la science nous joignons celui de la rendre accessible, de manière que l'humanité poursuive sa marche en formation serrée, sans avant-garde perdue ni arrière-garde traînante. »

Cet avertissement donné il y a 60 ans me paraît avoir une grande portée actuelle.

Quoi ?

J'en viens maintenant à considérer de plus près les contenus des enseignements et leurs modalités de transmission. Quoi enseigner, et comment ?

En sciences, il faudrait tout enseigner, y compris les acquis les plus nouveaux. Et d'une certaine façon c'est déjà le cas. Une partie de notre activité comme chercheurs est de parler aux autres et de les écouter. La communication scientifique consiste à enseigner et à apprendre. Et ce qui n'est pas communiqué est perdu en tant que connaissance.

Nous sommes encore loin de l'assimilation sociale des acquis des sciences. Mais une voie pour répondre au souci de Paul Langevin serait d'assurer la transition entre les communications entre nous et les enseignements avancés, puis entre les enseignements avancés et tous les niveaux d'enseignement. L'obstacle majeur actuellement, dans le monde comme en France, est le nombre insuffisant d'étudiants en sciences.

Mais voici un autre obstacle, qui est la courte vue dans les études.

Notre réflexion ici porte sur une tranche d'âge bien définie, mais avec des formes d'enseignement très variées : les lycées professionnels, technologiques et généraux, publics et privés, les licences dans les universités, les classes préparatoires, les premières années des écoles, la première année de médecine, les IUT, les BTS, la multitude ravageuse des cours payants pour se préparer à ceci ou cela. L'optique dominante est utilitaire à court terme, et le contenu des enseignements scientifiques s'en ressent.

Les examens et les contrôles correspondent bien à l'orientation des débouchés. On veut des produits finis immédiatement utilisables. Les étudiants doivent apprendre vite, sans nécessairement réfléchir à ce qu'ils apprennent, ils doivent réagir vite, le temps de la réflexion apparaît comme un temps mort. Les connaissances sont éparpillées, atomisées, juste stockées chacune à sa place dans la mémoire de chacun.

La rectification qui me semble s'imposer est un changement d'optique. Chacun ne peut pas tout savoir, mais chacun peut contribuer à ce que rien ne se perde. La science est un système coordonné de connaissances, il faut que ce système coordonné de connaissances s'incarne dans une multitude d'individus pour le faire fructifier. On revient à la nécessité d'un grand nombre d'étudiants.

Et il faut que ces étudiants puissent se parler, s'enrichir des connaissances diverses correspondant aux filières et aux métiers. Il faut donc des repères communs.

Il faudrait donc intégrer les connaissances spéciales dans de grands repères.

Par exemple, en biologie, un cadre général me paraît-être la théorie de l'évolution. Dans ce cadre, on voit l'apport décisif de la biologie moléculaire aussi bien que la

génétique, l'écologie, l'ensemble qu'on appelle biologie intégrative, et aussi la biologie humaine et la place de l'homme dans la biodiversité ; ce qui autrefois s'appelait le cours d'hygiène, où l'on enseignait Pasteur et la vaccination, y aurait peut-être sa place. Et juste en sortant un peu du cadre on accède à l'évolution du monde, qui intègre l'âge de la Terre et la géologie, et l'évolution de l'univers avec l'astrophysique et ses découvertes.

Tout cela est passionnant et

plusieurs grands repères y auraient leur place. Si j'ai pris la théorie de l'évolution comme repère fondamental, c'est à la fois parce que presque toute la biologie y a sa place, et à cause de son impact actuel.

En chimie et dans une partie de la physique, le repère fondamental est la théorie atomique. La simple exploitation du tableau de Mendeleïev introduit les notions les plus classiques concernant les éléments chimiques et aussi, par l'inspection des nombres atomiques, une approche de la relation entre masse et énergie. La chimie peut être une bonne approche de la physique quantique, avec les niveaux d'énergie et le laser. Sous l'angle de la discipline de l'intelligence, la chimie est fascinante dans son lien entre observation, construction et expérience ; je pense à l'hélium et aux gaz rares, comme au carbone 60 et aux édifices moléculaires. Et sous l'angle de l'utilité, elle mérite défense et illustration, c'est un grand thème politique que son utilisation.

Il y a de grands repères communs à la physique et aux mathématiques, la mécanique et la géométrie en premier lieu. Elles devraient retrouver la place qu'elles ont perdue dans les enseignements de mathématique, et conserver celle qu'elles ont dans les enseignements de physique, comme fondements de la dynamique et des équations différentielles d'un côté, des symétries et groupes de transformation d'un autre, et je pourrais poursuivre avec l'électromagnétisme et avec la relativité. Les modes d'exposition doivent être différents, l'explication des phénomènes naturels d'une part, l'enchaînement des notions par les démonstrations d'autre part, et cette double approche éclaire un même contenu.

Je ne m'étendrai pas sur les mathématiques, sinon pour dire que leur démarche me paraît essentielle dans toute formation scientifique. Les probabilités ont mis deux siècles à s'introduire dans les programmes, Laplace se serait impatienté du retard, mais il a fallu peu de temps pour

expulser l'astronomie, puis la mécanique, puis la géométrie, et c'est une erreur à réparer en donnant une nouvelle ambition à la formation mathématique. L'ambition ne va pas sans les moyens, j'y reviendrai.

L'informatique a des aspects multiples, et je ne crois pas que son enseignement s'impose d'abord par la place qu'elle occupe dans notre vie. Typiquement l'informatique introduit une nouvelle approche de la rigueur, une nouvelle approche de la complexité, des notions abstraites qui deviennent essentielles dans la rédaction des programmes et l'usage des algorithmes. Parallèlement à la chimie, à la physique, à la géométrie et au reste des mathématiques, elle développe à la fois l'imagination et la rigueur, l'esprit d'observation et l'articulation entre les constructions mentales et les constructions effectives, elle doit jouer tout son rôle dans le programme d'ensemble qu'est la discipline de l'intelligence.

On voit que j'ai suivi en le transformant l'ordre des sciences naturelles, physiques et mathématiques que préconisait Paul Bert. Il resterait énormément de choses à dire sur les contenus, dont je n'ai abordé ici que l'aspect théorique. Mais, s'agissant justement de théories, Roger Penrose aime à parler de théories utiles et de théories superbes. S'agissant des contenus d'enseignement, ce ne serait pas mal, je crois, de voir et d'essayer de faire sentir la science, dans son ensemble, comme l'une des plus utiles et des plus superbes créations de l'espèce humaine.

Comment ?

Après ces grands mots, comment faire ?

Il faut dire un mot des méthodes, et plus qu'un mot des professeurs et des étudiants.

La plupart des enseignements ont lieu dans des classes, des salles de cours ou des amphis. C'est une tradition précieuse, à laquelle il ne faut pas trop tôt renoncer au profit d'enseignements enregistrés. L'usage d'internet change la donne, on ne peut plus se passer de Google, de Wikipédia, et de la commodité de correspondre avec le voisin par courriel.

Les cours, les livres, les encyclopédies ne sont plus les sources des informations, mais le moyen de les cadrer. Il est donc inutile de charger la mémoire de connaissances qu'on peut aisément retrouver sur la Toile. C'est le moment de penser à la recommandation d'Evariste Galois : fait-on assez pour que le raisonnement devienne une seconde mémoire ?

Il ne s'agit pas seulement des mathématiques, chaque science développe un mode de raisonnement. Le raisonnement du type hypothético-déductif est propre aux mathématiques ; c'est le fondement des démonstrations. Mais il est lié à l'observation, aux expériences, aux constructions ; dans l'enseignement de la géométrie, Clairaut a rédigé un excellent cours qui rompt complètement avec le paradigme euclidien : au lieu de théorème puis démonstration, c'est problème puis construction puis conclusion. C'est d'ailleurs le style chinois du livre classique des 9 chapitres.

Donc, dans les méthodes d'enseignement, il faut sans doute développer et étendre ce qui existe déjà pour les observations, les expériences et les constructions. Les excursions géologiques, les visites organisées, les réalisations d'objets comme il s'en fait dans les meilleurs lycées professionnels, et surtout les travaux en laboratoire quand le temps n'y est pas mesuré et découpé en petits morceaux, me paraissent inséparables de la définition des

contenus. Le travail en laboratoire intéresse évidemment les disciplines expérimentales, il devrait s'étendre aux mathématiques comme le demandait déjà Emile Borel dans les années 1900.

Nous avons en France une tradition très riche en matière de musées, de centres de culture scientifique, d'activités para ou périscolaires dans lesquelles les jeunes peuvent se confronter sans s'opposer, et tout cela donne des pistes pour faire évoluer et renouveler les contenus d'enseignement.

Faut-il le rappeler ? Rien de bon ne peut se faire sans le corps enseignant. Nous avons tous l'expérience personnelle de professeurs qui ont joué un rôle déterminant dans notre formation intellectuelle. Et sans professeurs bons et motivés, l'amélioration des contenus est un leurre.

Or le corps enseignant est en crise. Une raison fondamentale à mon sens est que sa raison d'être est de préparer l'avenir, et que l'avenir lui semble bouché. Les relations avec les élèves et avec leurs familles se

ressentent du climat ambiant, d'incertitude et de crainte devant l'avenir du monde. Cette incertitude et cette crainte sont pour une part fondées, mais elles sont amplifiées par la méconnaissance d'un des éléments du progrès possible, qui est le progrès des sciences.

A cet égard, intéresser les enseignants à ce qui nous intéresse n'est pas un jeu gratuit, c'est une contribution notable que nous pouvons

apporter à nos collègues des autres ordres d'enseignement.

L'Académie des sciences s'est préoccupée à plusieurs reprises de la formation et de la formation continuée des enseignants, et la réflexion sur les contenus me semble devoir porter en particulier sur le contenu possible de cette formation. Par exemple, l'histoire des sciences, que je n'ai pas signalée comme matière scolaire souhaitable dans les lycées, me paraît devoir être une composante très importante de la formation et de la culture des enseignants. Nous avons créé un outil pour cela, sur le site de l'Académie où il n'est pas facile à trouver : il s'appelle « ressources pédagogiques », il a été créé par Alain-Jacques Valleron et Claude Debru, et son responsable est actuellement Evariste Sanchez-Palencia. Les contacts personnels et notre participation aux activités parascolaires sont un autre moyen d'intervenir de façon positive dans la vie et le métier de nos collègues.

Ressources pédagogiques



Une rubrique du site de l'Académie pleine de ressources pour tous, en particulier pour les enseignants, et qui regroupe des documents sur l'histoire des sciences et la méthode scientifique, des fiches thématiques et des discours.

[En savoir plus](#)

Un obstacle est actuellement la crise de recrutement : on recrute par l'agrégation et le CAPES moins de candidats qu'il n'y a de postes mis au concours. Les solutions de fortune se répandent, avec de mauvaises conséquences à long terme. La solution existe, c'est le pré-recrutement des enseignants à l'image des IPES des années 1960. Elle coûtera moins cher au pays que les dégâts de la situation actuelle. Et comme ce fut le cas avec les IPES elle entraînera d'heureuses conséquences à tous les niveaux.

Une première conséquence sera une augmentation du nombre des étudiants en sciences, à la mesure au moins des besoins de l'enseignement.

J'ai déjà abordé ce thème : en France comme au plan mondial, il faut plus d'étudiants en sciences. C'est une exigence pour l'avenir, elle intéresse toute la société, mais la société actuelle n'en a pas clairement conscience. Cela ne dépend de nous que pour une petite part, mais je veux insister sur cette petite part.

Au cours des années 1960 les Facultés des sciences ont accueilli à bras ouverts une masse d'étudiants, que l'ambiance du temps poussait vers les sciences. Ce temps est passé, mais il reviendra, et nous avons à préparer ce retour.

Les trente glorieuses ont connu, en matière d'éducation, des erreurs, des contestations et des révoltes ; mais c'était dans l'optique du progrès, du progrès de la société qu'annonçait le progrès des sciences. L'ambiance d'aujourd'hui est à la résignation ; le temps des études, les contrôles, les matières, tout est morcelé, le cours de la Bourse remplace la vision du progrès. Les étudiants qui au delà du bac ne sont ni dans les universités ni dans les classes spéciales des lycées s'endettent lourdement pour espérer poursuivre leurs études. Ce que nous apportons, individuellement et collectivement, c'est moins le succès dans la carrière que la passion du métier. C'est net, je crois, dans les rencontres speed organisées par l'Académie, où des jeunes de toute la France viennent passer quelques minutes avec quelques collègues.

La discipline de l'intelligence, par quoi j'ai introduit mon propos, serait une formule creuse si elle n'était pas liée à la situation réelle des étudiants, ou plutôt à la variété des situations réelles. Elle doit s'articuler avec les conditions de vie et d'études dans les lycées professionnels aussi bien

que dans les classes préparatoires au concours de l'Ecole polytechnique. Elle doit tenir compte de ce qu'il y a beaucoup de façons de bien mener les études, beaucoup de portes d'entrée pour chacune des matières, et je pense en particulier aux mathématiques.

On sait l'effort à faire du côté des jeunes filles pour qu'elles ne renoncent pas à faire des mathématiques ou de la physique si cela les intéresse. Cela passe par une révision

de la place des concours, et surtout du rôle des concours dans la définition des matières d'enseignement. Il ne s'agit pas seulement des concours d'entrée à l'Ecole polytechnique ou dans les Ecoles

normales supérieures. La pression du concours se fait sentir également en première année de médecine et transforme les matières scientifiques en simples matières à concours. Cela intéresse donc directement la question des contenus qui nous est posée aujourd'hui.

Si l'on veut se projeter dans l'avenir, les élèves et les étudiants seront reconnus comme porteurs d'une mission sociale, qui est la transmission des connaissances. Ainsi comme aux plus belles des époques de notre histoire le succès dans les études sera ressenti comme une contribution au progrès général de la société. Et la fonction d'étudiant, qui est d'étudier, se complètera naturellement par celle de communiquer aux autres ce que chacun aura appris. C'est la transition, naturelle et de principe, entre la fonction d'étudiant et celle d'enseignant. Si le salaire existe toujours, il sera naturel de l'étendre aux étudiants pour cette double raison. Mais qu'en sera-t-il du travail et de sa reconnaissance dans l'avenir dont je parle ?

Cela semble nous mener un peu plus loin que les perspectives concernant les contenus des études. Cependant, je me répète, ces contenus doivent être fonction de la vision que nous avons de l'avenir. En ce qui nous concerne, l'expérience que nous avons de l'élaboration des connaissances et de leur transmission nous donne une certaine vision de l'avenir souhaitable. Dans le métier que nous avons connu, avec ses contraintes bien mesurées et des grands espaces de liberté, n'y aurait-il pas une préfiguration possible du travail humain dans son ensemble, à la disposition de nos arrière petits enfants ?

Jean-Pierre Kahane



Un travail à poursuivre

Ce colloque de l'académie des sciences a été l'occasion d'exposés et d'échanges riches, comme en témoignent la conférence de Jean-Pierre Kahane ou les prises de parole de René Cori (page suivante). Un travail doit certainement être mené pour situer la place et le besoin de formation en mathématiques à ce niveau bac - 3 / bac + 3. Les travaux de la CREM (Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques, présidée par Jean-Pierre Kahane) sont toujours d'actualité sur cette question, aussi bien pour ce qui concerne les thèmes développés, je pense ici aux différents rapports sur le calcul, la géométrie, l'informatique ou les statistiques, que ce qui concerne la formation des enseignants. Si l'on peut constater que, dans le domaine des statistiques ou de l'informatique, la situation a

beaucoup évoluée dans le sens d'une plus grande présence, il n'en est pas de même pour ce qui concerne le calcul et surtout la géométrie. Pour ce qui relève de la formation des maîtres, aussi bien initiale que continue, la situation s'est terriblement dégradée.

Les rapports de la CREM demeurent des références pour continuer ce travail nécessaire. Dans son introduction au rapport sur la formation des maîtres, la CREM écrivait : « Une fonction essentielle de l'enseignement est de donner aux adultes de demain les possibilités de comprendre le monde et de participer à la construction de l'environnement (encore imprévisible) qui sera le leur, en leur fournissant un socle de connaissances solide et adaptable. La mission de l'école dans son ensemble doit donc être de dispenser un « enseignement durable » (au sens où l'on parle de développement durable) : cela signifie que, face à des bouleversements toujours plus rapides de la société, l'enseignement doit former des hommes et des femmes aptes à réfléchir, à décider, en un mot, des citoyens aptes à prendre leur destin en main de manière rationnelle. » Le chantier demeure et ne doit pas être abandonné.

Nicolas Saby



Sur le colloque de l'Académie des sciences

Formation des professeurs, enseignement des sciences : il faut un projet plus ambitieux !

Le colloque de l'Académie des sciences met en évidence l'ampleur du programme à réaliser. Un engagement nécessaire des scientifiques, du monde académique et de tous les acteurs de la communauté éducative



Membre de l'Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche, René Cori a été président de l'Assemblée des directeurs d'IREM

Ayant assisté à ce colloque et participé aux échanges avec les intervenants, je souhaite faire part ici de mes réflexions sur quatre points : la formation continue des enseignants ; le pré-recrutement ; l'importance du langage dans l'apprentissage des sciences ; la place faite à l'abstraction. Les deux premiers ont été abondamment abordés, le troisième ne l'a pas été du tout et j'ai simplement évoqué le quatrième lors d'une de mes interventions.

La formation continue des enseignants

Cette question a été omniprésente au cours du colloque. Posée d'emblée par Jean-Pierre Kahane, elle est revenue dans la grande majorité des interventions, des orateurs comme de l'auditoire. Cela fait très longtemps que les différents acteurs de la communauté éducative insistent sur l'importance de la formation continue, sur la dégradation régulière qu'elle subit depuis le début des années 2000 et sur l'urgence qu'il y a à lui redonner une place de tout premier plan. Le sujet a notamment fait l'objet de deux colloques organisés par l'Académie des Sciences¹

Les constats des académiciens étaient on ne peut plus clairs : en 2007 : « situation sinistrée de la formation continuée des professeurs d'école, de collège et de lycée » ; en 2010 : « La formation continue institutionnelle [...] souffre de graves insuffisances et voit ses crédits et ses moyens en constante réduction » - « l'état actuel de la formation continue peut, sans exagération [...], être qualifié de sinistré ». Ce diagnostic a été refait à l'identique. Comme en 2007, comme en 2010, il n'a été contesté par personne, pas même par les représentants de l'institution (recteurs, hauts responsables du ministère).

Le contraste est grand entre cette unanimité et la situation observée, qui n'a jamais été aussi mauvaise. On donne raison à ceux qui dénoncent la dégradation et on conduit une politique qui l'aggrave. Cela ne devrait pas être accepté.

Le pré-recrutement.

Le retour à ce dispositif, qui avait fait ses preuves avec les IPES dans les années 60 et 70 avant d'être abandonné, faisait partie des propositions de l'Académie des Sciences en 2007. Toute la communauté éducative mathématique le réclame depuis longtemps et Jean-Pierre Kahane a remis

¹ « La formation des maîtres à l'enseignement des sciences : quel avenir ? » les 4 et 5 octobre 2007 et « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », les 12 et 13 avril 2010. Le site du réseau des IREM avait pour sa part consacré un dossier au colloque de 2010.

en avant cette demande dans son exposé. Mais l'unanimité constatée à propos de la formation continue ne se retrouve pas ici : les responsables du ministère observent sur le sujet un silence prudent... Il semble pourtant évident que ce n'est pas un toilettage du CAPES ou de l'agrégation qui suffira à attirer vers le métier d'enseignant des étudiants qui s'en détournent actuellement. L'absence de toute perspective avant les cinq ou six années d'études conduisant à ces concours est rédhibitoire. L'incertitude totale sur ce que pourrait être l'offre de recrutement à l'issue de ce parcours n'est pas faite pour arranger les choses. Un pré-recrutement à bac + 2 ou bac + 3 changerait complètement la donne, en attirant davantage d'étudiants motivés et de bon niveau et en garantissant une bien meilleure formation. Mais hélas, là aussi, nous prêchons dans le désert.

L'importance du langage

Dans une réflexion sur l'enseignement scientifique, il eût été opportun selon moi d'inclure un volet consacré à l'importance du langage. La maîtrise de la langue fait partie, à juste titre, des priorités de l'enseignement au collège et

au lycée. Mais on ne souligne pas assez le rôle qu'elle joue dans l'apprentissage des sciences en général, et des mathématiques en particulier. On dit souvent que les mathématiques sont une langue universelle, mais en déduire qu'elles pourraient se

passer de la maîtrise de la langue naturelle est une erreur grossière. Les enseignants savent bien que bon nombre des difficultés rencontrées par les élèves en mathématiques tiennent avant tout à une mauvaise compréhension de la façon dont sont rédigées d'une part les consignes et d'autre part les définitions et propriétés étudiées. Dans le travail interdisciplinaire, fortement recommandé actuellement, les mathématiques sont le plus souvent associées à d'autres sciences, éventuellement aux sciences humaines, mais trop rarement aux lettres. Pourtant, les expériences menées dans ce domaine sont prometteuses et mériteraient d'être généralisées.

La place faite à l'abstraction

La force principale de la démarche scientifique réside dans l'abstraction. Cela est évidemment vrai avant tout pour les mathématiques, qui sont la science du raisonnement. Pourtant, dans la formation de nos élèves, l'accès à l'abstraction ne semble pas faire partie des objectifs visés. Bien au contraire, considérée comme trop difficile, l'abstraction est presque toujours décriée et évacuée. Notre enseignement est trop longtemps resté essentiellement dogmatique et il est normal et sain qu'on ait voulu le faire évoluer. Mais de là à le vider de tout son contenu abstrait, il y a un grand pas qu'on a beaucoup trop allègrement franchi. L'idée que ce qui est abstrait est difficile semble admise sans discussion. Mais pourquoi des élèves « en difficulté » ne pourraient-ils pas accéder à des raisonnements abstraits ? N'est-ce pas mépriser ces élèves que de les déclarer incapables d'avoir une pensée abstraite ?

La pédagogie fortement recommandée aujourd'hui est le recours à la « démarche d'investigation » et l'enseignement des mathématiques par la « résolution de problèmes ». On

doit absolument partir de « situations concrètes » supposées familières aux élèves, pour aboutir à la formulation d'un problème et à sa résolution. Comme on parlait de zéro dans ce domaine, il est heureux qu'on se soit engagé dans cette voie, mais fallait-il pour autant abandonner tous les autres chemins ? On en doute lorsqu'on observe des élèves aux prises avec des « situations concrètes » fabriquées artificiellement, totalement étrangères à leur univers familier et pour tout dire souvent ridicules (la consultation des manuels scolaires est à cet égard édifiante). Que de fois ai-je vu, dans des classes de ZEP d'établissements considérés comme sinistrés, le visage d'un élève s'éclairer parce qu'il venait enfin de se débarrasser des oripeaux « concrets » du problème qu'il avait à résoudre et avait pu le formuler en termes purement abstraits ! Ayant compris qu'une histoire extravagante d'achat de deux sortes de produits par deux personnes se résumait en fait à la recherche de deux nombres vérifiant deux relations simples, il pouvait enfin se consacrer au vrai problème ! En renonçant à l'exercice du raisonnement abstrait, nous privons nos élèves du principal levier de la démarche scientifique et nous ne les préparons pas à aller plus loin.

L'idée (hélas très commune) qu'il y a des formes d'esprits accessibles au raisonnement abstrait et d'autres qui y sont rétives est révélatrice d'une conception figée et archaïque de l'éducation. Elle est exactement de même nature que celle qui veut qu'il y ait des élèves intelligents et d'autres qui le sont moins, des jeunes « faits pour les études » et d'autres qui ne le sont pas, et que ce sont là des données immuables. Penser cela, c'est vider de sa substance l'idée même d'éducation et de formation. Aucun enseignant ne devrait l'accepter. Pour ceux qui déplorent la mauvaise part faite au raisonnement et à l'abstraction dans notre enseignement, l'institution a une réponse toute prête : elle nous rappelle constamment que nous ne sommes pas chargés de former de futurs scientifiques, mais de futurs citoyens, elle nous demande de penser à ceux qui feront des études courtes et rentreront tôt dans la vie professionnelle. L'idée sous-jacente, évidemment jamais formulée, c'est que, contrairement au scientifique, à l'ingénieur, au professeur, au chercheur, au penseur (!), le « simple » citoyen n'a pas besoin d'abstraction, n'a pas besoin de raisonnement sophistiqué. J'y vois un sinistre message sur la société dans laquelle nous vivons, un renoncement au progrès par l'éducation, une désastreuse absence d'ambition pour les générations futures.

Les scientifiques, le monde académique, les acteurs de la communauté éducative, devraient être porteurs d'un projet infiniment plus ambitieux.

René Cori



« Le monde (=industrie, services, recherche, agriculture, art...) a besoin de plus en plus d'informaticiens - Un informaticien doit avoir une bonne culture **mathématique** (pas suffisant, mais nécessaire) - Une demande de culture mathématique **sans précédent** dans l'histoire »

Gilles Dowek, au colloquium ARDM – CFEM de novembre 2015 (vidéo sur le site de l'IREM de Paris)

Modification du CAPES de mathématique

Il proposera à partir de 2017 une option d'informatique



Est paru au [Journal Officiel du 8 décembre](#) un arrêté, daté du 2 novembre, modifiant les modalités d'organisation du CAPES en mathématiques, prenant effet pour la session 2017. Le concours se composera alors de deux options, une option mathématiques et une option informatique, qui donnent lieu à deux épreuves écrites d'admissibilité, et à deux épreuves orales d'admission.

La première épreuve *d'admissibilité* est différente pour les deux options. Les programmes correspondant sont publiés sur le site Eduscol ([lien](#)). C'est la première fois qu'un programme du CAPES est ainsi précisé, ce qui constitue un progrès certain. Cependant, on peut regretter que, en mathématiques, il fasse l'impasse sur la géométrie élémentaire et la statistique. Le programme de la deuxième épreuve est constitué des programmes de mathématiques du collège et des différentes séries du lycée général et technologique. Même si le texte précise que « les notions doivent pouvoir être abordées avec un recul correspondant au niveau M1 du cycle master », on peut penser que c'est bien le niveau du lycée qui sera évalué ici, ce qui conduit à une inquiétude sur les capacités des nouveaux recrutés par l'option informatique à enseigner les mathématiques en lycée (notre premier questionnement ci-dessous).

La première épreuve *d'admission* est ensuite une mise en situation professionnelle. Elle est différente pour les deux options. La deuxième épreuve d'admission est commune aux deux options. « Le programme est constitué des programmes de mathématiques du collège et du lycée général et technologique. L'épreuve permet d'apprécier la capacité du candidat à engager une réflexion pédagogique pertinente et à communiquer efficacement. Elle donne également au candidat la possibilité de valoriser sa culture scientifique et sa connaissance des programmes officiels. »

Cette réforme du CAPES a deux motivations : former des professeurs qui pourront prendre en charge les nouveaux programmes de mathématiques, intégrant à partir de la rentrée 2016 pour les collèges une composante d'algorithmique ; élargir la base de recrutement des professeurs de mathématiques.

Ces motivations conduisent à deux questionnements :

- le premier sur le métier que les professeurs recrutés auront à assurer : les professeurs recrutés à partir de l'option informatique auront-ils la formation suffisante pour enseigner les mathématiques (et vice-versa... ? Il n'est même pas sûr que les étudiants qui auront choisi l'option informatique seront recrutés en priorité pour enseigner la spécialité ISN (le ministère n'a, semble-t-il, pas les moyens de prendre en compte l'option au CAPES pour les affectations de postes) ; de toute façon, leur service ne sera pas qu'en informatique. Ils vont donc enseigner des mathématiques, avec des connaissances pouvant ne pas dépasser le niveau à enseigner, en particulier s'ils sont en lycée... ..

- la deuxième sur le recrutement. Cette mesure contribuera-t-elle à résoudre cette crise de recrutement ? L'histoire le dira, mais il paraît douteux, comme il a été souligné dans le colloque de l'Académie des sciences (voir les contributions de J.-P. Kahane et R. Cori dans ce bulletin) que l'on puisse changer le cours des choses sans des mesures plus ambitieuses, comme le pré-recrutement des enseignants.

Luc Trouche

La deuxième saison d'un MOOC dans le fil de la Stratégie mathématiques eFAN Maths, enseigner et former avec le numérique en mathématiques



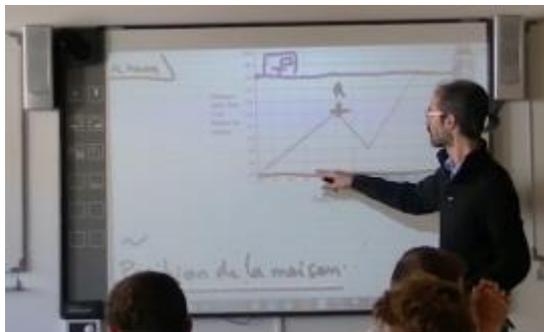
La première saison de eFAN Maths, portée par les ENS de Lyon et de Cachan, avait eu lieu en novembre 2014. Pilotée par Ghislaine Gueudet (ESPÉ de Rennes), l'équipe pédagogique associait des chercheurs, des formateurs et des enseignants venus de l'IFÉ, du réseau des IREM et des ESPÉ. La deuxième saison commencera le 8 mars (inscriptions ouvertes en janvier). Reposant sur le même partenariat, portée par une équipe pédagogique centrée à Lyon, elle sera pilotée par Luc Trouche.

Pour cette deuxième saison, il s'agit, en s'appuyant sur les acquis de la recherche, de former les professeurs à enseigner les mathématiques en tirant profit des supports numériques. Cette formation repose sur l'engagement actif des participants, qui sont conduits à concevoir, collaborativement, de nouvelles ressources liées à leurs propres projets d'enseignement ou de formation. Cette nouvelle saison présentera plusieurs caractéristiques nouvelles.

Un MOOC inscrit dans la stratégie mathématique du Ministère

Elle prend d'abord en compte le contexte nouveau de l'enseignement des mathématiques, en France en particulier, avec la mise en œuvre d'une réforme des programmes à la rentrée 2016. Elle privilégiera donc deux types de projets, ceux fondés sur l'algorithmique, et ceux visant une démarche interdisciplinaire. Pour la construction des projets, eFAN Maths prendra en compte aussi le cadre des cycles, s'intéressant ainsi au développement de l'enseignement sur plusieurs années consécutives. Enfin, même si ces focus ne sont pas exclusifs de points de vue plus généraux, le MOOC privilégiera les analyses concernant la fin de l'école primaire et le collège (les cycles 3 et 4 dans la nouvelle organisation française).

C'est ainsi que eFAN Maths s'inscrit dans la Stratégie mathématiques du Ministère français de l'éducation.



Un MOOC s'intéressant davantage aux ressources numériques disponibles sur le web

La première saison du MOOC avait fait le choix de s'intéresser principalement à l'intégration de logiciels dans l'enseignement des mathématiques : calculatrices, tableurs, systèmes de calcul formel ou encore logiciels de

géométrie dynamique. La nouvelle saison donnera une place plus grande à la recherche, à l'adaptation et au partage de ressources Internet.

Un MOOC conçu comme hub entre des dispositifs de recherche et de formation

L'équipe pédagogique de eFAN Maths est engagée par ailleurs dans plusieurs dispositifs et projets de recherche : réseaux des IREM et des ESPÉ, [Maison des mathématiques et de l'informatique](#), [Lieux d'éducation associés à l'IFÉ](#), ou encore projets européens. Nous présentons dans les deux pages qui suivent deux de ceux-ci, [FaSMEd](#) (dédié à l'évaluation formative) et [MC2](#) (portant sur la créativité mathématique).

eFAN Maths devrait constituer un hub entre ces dispositifs créateurs de ressources et la formation, dans une stratégie gagnant-gagnant : ces dispositifs trouvent des occasions de diffuser et de mettre à l'épreuve leurs ressources, et le MOOC dispose de répertoires de ressources s'inscrivant dans les perspectives majeures eFAN Maths : tirer profit des supports numériques pour enseigner des mathématiques vivantes.

Un MOOC francophone

La première saison du MOOC visait déjà une diffusion francophone. Cette nouvelle saison a voulu inscrire cet objectif dès la conception du MOOC, intégrant dans l'équipe pédagogique des chercheurs et formateurs de la zone (Sénégal et Cameroun en l'occurrence). Le soutien de l'AUF reconnaît cette orientation.

Combiner un MOOC et des « SPOC »

La première saison du MOOC avait permis de vérifier l'efficacité de formations combinant un cadre large pouvant convenir à un grand nombre de participants (le MOOC) et une organisation locale de groupes plus structurés (SPOC, pour Small Private Online Courses), dans des ESPÉ par exemple, où la participation était soutenue par l'engagement de tuteurs. Cette deuxième saison voudrait systématiser cette orientation, en mobilisant un réseau de tuteurs pouvant donner vie à des communautés de participants actifs autour de projets.

Plus facile à dire qu'à faire... C'est pourquoi eFAN Maths est aussi associé à un dispositif de recherche, en particulier dans le cadre du programme [ReVEA](#), pour analyser au fur et à mesure les forces et les faiblesses de cette modalité de formation.

[L'accès à la présentation et aux inscriptions](#)

Repenser l'évaluation des élèves en mathématiques et en sciences

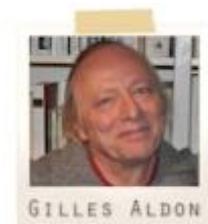
Le projet européen FaSMEd (Improving Progress for Lower Achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education)

Gilles Aldon et Monica Panero, de l'équipe eFAN Maths, sont aussi inscrits dans ce projet européen, dont les ressources pourront nourrir les projets de ce MOOC.



MONICA PANERO

Ce projet de recherche repose sur un ensemble de partenaires internationaux (site du projet) dont tous ont des compétences reconnues dans l'analyse et la mise en œuvre de pédagogies fondées sur l'investigation scientifique et intégrant l'usage des technologies. Le but du projet est de considérer le rôle des technologies dans l'évaluation formative des élèves en sciences et en mathématiques.



GILLES ALDON

Les objectifs de ce projet sont :

- produire un ensemble de ressources et de méthodes (ce qu'on nomme « une boîte à outils ») pour accompagner le développement de pratiques

dans une perspective de développement professionnel des enseignants,

- construire des approches de l'évaluation formative utilisant les technologies,
- diffuser les résultats des recherches sous forme de ressources en ligne et de publications.

Ces objectifs sont en relation directe avec les impacts annoncés et souhaités du programme FP7 concernant l'augmentation des performances des élèves en sciences et la volonté de réduire le nombre d'élèves décrocheurs dans le domaine scientifique.

Questions de recherche

Un premier aspect du travail a été de s'entendre sur la définition de « l'évaluation formative ». L'ensemble des partenaires considère l'évaluation formative comme un processus permettant de recueillir de l'information auprès des élèves, de la traiter et d'en rendre compte dans une perspective d'amélioration de son enseignement en s'appuyant en particulier sur les travaux de Black & William (1998 - 2009).

Le projet vise à répondre à des questions concernant le rôle des technologies dans le processus d'évaluation formative : comment les enseignants traitent-ils les données d'évaluation formative recueillies ? Quel est le rôle des technologies dans ce recueil de données ? Comment les professeurs utilisent ces données dans leur enseignement ? Comment les élèves s'emparent-ils de ces données pour leurs apprentissages ?

Les écoles partenaires

Chacun des partenaires du projet travaille avec un ensemble d'écoles dans une perspective de Design based Research, c'est à dire une conception de leçons travaillées conjointement par les enseignants et les chercheurs, mises en œuvre dans les classes et analysées pour une reformulation et une nouvelle implémentation. Dans le cas de la France, les niveaux des classes concernées varient de l'école primaire (CM1-CM2) au lycée (classe de seconde) en passant par le collège (classes de 5ème, 4ème et 3ème). Les enseignants concernés travaillent en mathématiques, ou en sciences ou encore autour d'objets frontières en mathématiques et en sciences dans une perspective de co-disciplinarité, ce qui pourra éclairer les

projets qui seront développés dans eFAN Maths autour de cette perspective

Le « work package » 4 du projet dont l'IFÉ est responsable concerne les expérimentations dans les classes. En particulier, deux de ces expérimentations donneront lieu à des analyses croisées avec les partenaires européens. Pour notre part, nous avons construit avec les enseignants des séquences portant sur une activité mettant en jeu les représentations graphiques d'une part en mathématiques mais aussi à la frontière entre les mathématiques et la physique. Dans chacune des classes concernées et observées les professeurs ont mis en œuvre ces activités en y apportant leur propre créativité. Dans la classe de mathématiques, équipée de tablettes, le professeur a exploité toutes les possibilités du réseau de ces tablettes pour : collecter les informations sur l'état de connaissance des élèves concernant les représentations graphiques ; partager les productions des élèves en utilisant le tableau blanc interactif ; alimenter les débats dans la classe et donner à chaque élève les rétroactions qui lui permettent d'avancer dans son apprentissage.

Le rôle de la technologie

Les élèves quant à eux, ont pu bénéficier, à travers le travail de groupe et l'usage des tablettes, d'environnements dynamiques pour : calculer ; profiter des possibilités de multi-représentations des objets mathématiques ; partager leur travail avec les autres élèves et le professeur.



Dans la classe, les enseignants ont adapté l'activité à leurs objectifs respectifs en mathématiques et en physique. En commençant par une expérience sur la solidification de l'eau, et en utilisant des boîtiers de vote, les professeurs ont pu collecter les informations leur permettant de comprendre les difficultés et les réussites des élèves dans leurs disciplines respectives.

Laissons la parole à l'un des deux enseignants :

« Avant le projet FaSMEd, ma pratique de l'évaluation formative se limitait à quelques interrogations de leçons et un travail à l'oral pour essayer de savoir quels élèves ont décroché. Maintenant, une évaluation formative, c'est pour moi une occasion de savoir où les élèves en sont. Il s'agit de prendre de l'information sur la classe, d'en renvoyer (sous forme de feedback). L'objectif est ensuite de proposer des ajustements. [...] La technologie permet de récolter facilement beaucoup d'informations. »

[En savoir plus sur le projet](#)

La créativité sociale et la pensée mathématique créative

Le projet européen MC2 (Mathematical creativity squared)

Jana Trgalova, de l'équipe eFAN Maths, est impliquée dans ce projet européen, dont les ressources pourront aussi nourrir les projets eFAN Maths.



Ce projet de recherche vise à concevoir et développer un environnement informatique permettant de créer des ressources de type « livre électronique » nommées « c-books » (c pour créatif).

Cet environnement fournit : (1) un système auteur contenant un grand nombre d'applications dynamiques

(widgets) interopérables pour créer des c-books, (2) un système d'analyse de traces numériques de l'activité des élèves rendant possible la définition de rétroactions adaptées et leur implémentation directe dans les c-books et (3) un espace collaboratif pour soutenir la conception collective des c-books.

Le projet étudie deux principaux aspects de la conception collaborative des ressources : d'une part, comment concevoir des ressources favorisant le développement de la pensée créative mathématique chez les élèves et, d'autre part, quels sont les ressorts et les conditions de la créativité sociale dans les processus de conception collaborative de telles ressources.

La pensée mathématique créative

Promouvoir la pensée mathématique créative (CMT pour Creative Mathematical Thinking) est un objectif central de l'Union européenne en relation avec la responsabilisation personnelle et sociale de ses futurs citoyens. La CMT est également considérée comme un atout très apprécié dans l'industrie et comme une condition préalable pour relever les défis économiques.

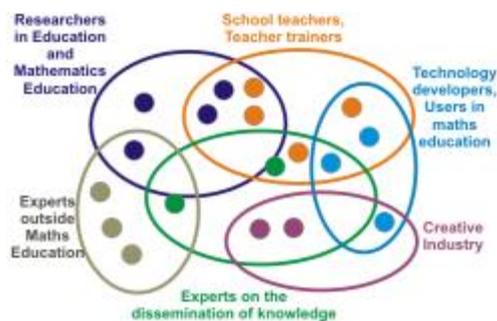
Au sein du projet, la CMT est définie comme une activité intellectuelle générant de nouvelles idées mathématiques dans une situation non standard. L'évaluation de la CMT repose sur quatre indices qui sont : la *fluidité* (nombre d'idées produites), la *flexibilité* (nombre de catégories de réponses différentes), l'*originalité* (rareté statistique des réponses) et l'*élaboration* (ajout de détails pour expliciter l'idée principale).



Une grille a été conçue pour évaluer le potentiel de chaque c-book conçu à stimuler le développement de la pensée mathématique créative. Une vingtaine de ressources ont été créées jusqu'à présent dont certaines peuvent être consultées sur le [site du projet](#) et peuvent devenir source d'inspiration pour des projets du MOOC eFAN Maths.

La créativité sociale

Le développement de ressources numériques repose sur quatre communautés d'intérêt qui se sont constituées dans quatre pays partenaires du projet, dont la France. Chaque communauté d'intérêt (Col) regroupe en son sein des représentants de différentes communautés de pratique (dans le cas de la France, ce sont notamment des groupes IREM), réunis autour d'un intérêt commun qui est celui de la conception des c-books stimulant la CMT. La Col française est ainsi constituée de chercheurs impliqués dans le projet, des représentants de la société [Aristod](#) qui produit des logiciels éducatifs, notamment Epsilonwriter et Aplusix, des représentants de trois groupes IREM (Grenoble et Lyon) et des représentants de [Pole éditions](#), une maison d'édition spécialisée dans le jeu et la culture mathématique.



La créativité sociale est définie dans le projet comme la génération d'idées qui résultent de diverses interactions entre les membres d'une Col et avec la technologie « c-book » et qui sont considérées comme :

- *nouvelles*, au moins dans l'esprit des membres de la Col qui les ont produites,
- *appropriées*, c'est à dire conformes aux exigences des utilisateurs telles que définies par la Col dans le processus de conception de la ressource c-book,
- *utilisables* par les membres de la Col ou les utilisateurs des c-books.

L'étude de la créativité sociale dans les processus de conception des c-books s'appuie largement sur les données recueillies dans l'espace collaboratif intégré à l'environnement de création de c-books, qui joue le rôle d'un journal de bord collectif à la fois pour les concepteurs de c-books et pour les chercheurs. Ces données peuvent être visualisées sous forme de cartes mentales ou de forum.

Une exploitation possible dans le cadre des groupes de projet du MOOC eFAN Math ?



[En savoir plus sur le projet](#)

BRÈVES...

Informations à transmettre avant le 20 du mois pour parution dans le bulletin du mois suivant. Cette rubrique ne vit que par les informations des membres de la CFEM. Toute contribution bienvenue !

Colloques

Un colloque sur l'interdisciplinarité, 19-21 mai à Rouen

Les Commission Inter-IREM) Collège et Lycée *professionnel* co-organisent un colloque sur le thème *Maths et autres : continuité et innovation - Inter et Pluridisciplinarité au collège et au lycée professionnel*. Ce colloque sera l'occasion de proposer des regards multiples sur les collaborations possibles entre les mathématiques et les autres disciplines présentes à la fois en collège et en LP, mais aussi d'alimenter la réflexion sur la mise en œuvre de la réforme du collège.

[En savoir plus](#)

Un colloque sur l'évaluation, 21-22 novembre à Créteil

Ce colloque propose d'étudier toutes ces questions liées à l'évaluation des élèves, sous ses différentes formes, et à ses conséquences sur l'enseignement. Elles seront traitées dans des groupes de travail et des ateliers répartis selon trois axes thématiques : les différents dispositifs d'évaluation et leurs apports ; l'étude de la validité des dispositifs d'évaluation et de leur contenu ; l'analyse des pratiques d'évaluations en classe.

Attention : date limite d'envoi des contributions le 30 janvier.

[En savoir plus](#)

Articles, publications, ressources

Enseigner les mathématiques à l'ère du numérique

Un ouvrage co-écrit par Denis Butlen et Jean-Louis Durpaire, qui souhaite expliciter non seulement les évolutions des programmes au cours du dernier demi-siècle, mais aussi proposer des évolutions sur l'enseignement du nombre et du calcul en s'appuyant sur les recherches. L'ouvrage est structuré en deux parties : une approche par domaines d'enseignement (nombres, calcul, grandeurs et mesures, géométrie et problèmes numériques) ; une approche transversale dans laquelle sont traitées des questions d'évaluation, de difficultés des élèves, de ressources, d'équipement, et de formation.

[En savoir plus](#)

La recherche internationale en éducation statistique : état des lieux et questions vives

Un article de Corine Hahn dans la dernière livraison de la revue de la SFdS Education et statistique, qui a pour objectif de décrire le champ de la recherche en éducation statistique.



[Accès à l'article](#)

L'enseignement des mathématiques aux cycles 3 et 4

Un appel à contributions de la revue Repères-IREM. Les articles proposés devront parvenir le plus tôt possible et avant le 31 octobre 2016 dernier délai, afin d'être examinés au plus tard au comité de lecture de décembre 2016.

[Adresse d'expédition de l'article](#)

Parution de la lettre d'AMIES de décembre

A noter : Le prochain Forum Emploi Maths (FEM), organisé par AMIES avec la SMAI et la SFdS, aura lieu le 15 décembre 2016, à la Cité des sciences et de l'industrie (Paris).

[La lettre d'AMIES](#)

Diffusion des mathématiques

Semaine des mathématiques 2016, du 14 au 20 mars

S'ouvrant à l'occasion du π -day, cette cinquième édition invite à explorer les liens qu'entretiennent mathématiques et sport et s'inscrit naturellement dans la dynamique de l'opération "l'Année du sport de l'école à l'université".



[Le programme en ligne](#)

Autour de la Diffusion des Mathématiques (extrait de la lettre de l'INSMI)

AuDiMath (Autour de la Diffusion des Mathématiques) est le nom du groupement de service que l'Insmi lance le 1er janvier 2016 pour réunir et coordonner les différents acteurs de la communication et de la diffusion des mathématiques en France. Il prend la suite du réseau du même nom (RTP AudiMath) qui réunissait les acteurs de la diffusion des mathématiques en France. Ses missions sont néanmoins élargies par rapport aux missions initiales du réseau :

- il réunira les acteurs de la diffusion en mathématiques pour engager une réflexion et des actions communes (comme le faisait déjà le RTP) ;
- il sera aussi le réseau des personnes en charge de la communication dans des laboratoires de mathématiques ;
- il s'occupera du site « Images des mathématiques ».

Le pilotage de ce GDS sera assuré par Olivier Druet (DR, Institut Camille Jordan), Stéphanie Vareilles (responsable de la communication au Cirm), Séverine Voisin (responsable de la communication du Labex Milyon), Fabrice Planchon (Professeur à l'Université Nice Sophia Antipolis et Rédacteur en chef d'Images des Maths). Les personnes désirant devenir membres de ce GDS sont invitées à se rapprocher d'Olivier Druet.

Dans une nouvelle version eBook...

Le dictionnaire universel des créatrices et les mathématiciennes

Deux ans après l'édition imprimée, cette version eBook du Dictionnaire universel des créatrices a été mise à jour et augmentée d'environ 200 nouvelles entrées : des créatrices signalées par des lectrices et des lecteurs, des directrices et directeurs de secteurs, des auteur-e-s de la première édition ; des femmes qui ont fait l'actualité du monde depuis 2013 ; des notices de synthèse sur un thème, une école, un mouvement ou une culture dans lesquels des femmes se sont illustrées.

La partie dédiée aux mathématiciennes de l'ouvrage *Le dictionnaire universel des femmes créatrices* a été coordonnée par l'association *femmes et mathématiques*, sous la direction d'Anne Boyé.

Mathématiciennes créatrices...

Comme dans toutes les disciplines, et particulièrement en mathématiques, l'apport des femmes est souvent minoré, voire passé sous silence.



Pour parler des mathématiciennes contemporaines ou du passé, Anne Boyé a fait appel à des mathématiciennes et des mathématiciens pour proposer des noms et pour rédiger les notices.

Les mathématiciennes sélectionnées l'ont été, après discussion, pour leur apport aux mathématiques, ou pour leur œuvre de pionnière. Figurent dans ce dictionnaire quelques figures emblématiques de mathématiciennes des siècles passés, trop peu connues ou reconnues, qui se sont battues pour pouvoir étudier, pour pouvoir enseigner, pour pouvoir poursuivre leur recherche. Elles ont leur part dans la construction des mathématiques. Pour cela, elles ont du affronter des préjugés, des stéréotypes, sur les femmes et les mathématiques, idées reçues dont beaucoup sont toujours étonnamment présentes au XXI^e siècle.

L'édition papier du dictionnaire comprenait une quarantaine de notices sur des mathématiciennes décédées avant 2008, plus un aperçu général sur les mathématiciennes du XXI^e siècle. L'édition numérique a été enrichie de 7 notices supplémentaires sur des mathématiciennes contemporaines. Elle sera mise à jour régulièrement.

La place des femmes dans les mathématiques et les sciences

L'association [Femmes et mathématiques](#) est une composante de la CFEM depuis juin 2014. Elle publie trois fois par an une lettre d'information ([la lettre de novembre 2015](#)).



Elle est la correspondante, au niveau européen, de l'association [European Women in Mathematics](#).

Elle collabore aussi avec [l'European Platform of Women Scientists](#), et a été distinguée par elle, en décembre 2015, comme l'association du mois.

European Platform for Women in Science a publié à cette occasion une interview de Laurence Brozé (au centre de la photo ci-dessous), présidente de Femmes et Mathématiques, qui précise les objectifs de l'association :

"The main objectives of *femmes et mathématiques* are:

- To encourage girls to study mathematics, and more generally, to study science and technology;
- To act for gender equality in mathematics jobs and for the recruitment of more women mathematicians among university faculty;
- To promote the participation of women in the mathematics community;
- To sensitize the education and scientific communities to the question of gender equality;
- To be a meeting place for women mathematicians".

[Lire l'interview sur le site de EPWS](#)



Laurence Brozé, president of *femmes et mathématiques*, who was just awarded the medal of Knight of the Legion of Honour in 2014, with several board members of the association and with Marie-Hélène Therre (Honorary president and vice-president of Femmes Ingénieurs)