

**Texte préparé par la CFEM en vue de l'audition par la commission Mathématiques**

1er décembre 2017, audition commune avec ADIREM, APMEP, ARDM, Femmes et mathématiques (4 associations composantes de la CFEM) et AGEEM

Introduction : quelques considérations liées au rôle de la CFEM

La CFEM a un rôle spécifique. En tant que sous-commission française de l'ICMI, elle rassemble en effet des institutions diverses mais toutes directement concernées par l'enseignement des mathématiques, favorise les interactions entre elles et le développement de positions de consensus et d'actions communes. Elle permet de faire un lien entre tous les niveaux d'enseignement mais aussi avec la recherche qui peut avoir des retombées sur les contenus de l'enseignement, que ce soit la recherche disciplinaire (mathématiques mais aussi informatique par exemple), ou la recherche en didactique, et avec la formation, en incluant les enseignants-chercheurs qui forment les futurs enseignants dans les licences de mathématiques et les MEEF. Il est important d'avoir une structure comme la CFEM pour faire mieux communiquer et interagir des institutions qui souvent restent encore trop cloisonnées, alors même que toute évolution substantielle et durable de l'enseignement des mathématiques ne peut se faire sans leur collaboration, et la mise en synergie de leurs expertises et ressources : le rôle des IREM doit être mieux connu par les sociétés savantes, la connaissance des débouchés mieux partagée, la reconnaissance de l'intérêt des recherches en didactique et l'expression des résultats de cette recherche en termes utiles pour la pratique développée, l'intérêt d'une bonne formation en informatique au niveau Licence, qui ne soit pas considérée comme faite au détriment du disciplinaire, discuté. Surtout, ce lien semble manquer au niveau institutionnel, les structures sont cloisonnées, DGESCO, DGESIP, Académies, Inspection, Universités, ESPÉ, IREM... Par exemple, il n'est pas aisé de faire assurer des formations académiques par des enseignants-chercheurs du supérieur qui seraient les mieux à même de les assurer. Le cloisonnement de ces structures rend aussi difficile l'articulation Lycée - Enseignement supérieur. Dans les constats de dysfonctionnement que nous avons pu faire, cela est revenu régulièrement.

Même si le texte qui suit est construit par rapport aux questions spécifiques proposées par la commission à l'analyse de la CFEM, nous voulons insister sur le fait qu'il y a consensus au sein de la CFEM pour considérer la formation des enseignants, et notamment ceux du primaire, initiale et continue, comme la question cruciale. Ce point central est présent, plus ou moins explicitement, dans chacune des réponses aux questions et développé en annexe à ce texte.

Q1- Les « commissions mathématiques » précédentes, quel regard aujourd'hui ?

Concernant l'enseignement des mathématiques, trois commissions au moins ont mené un travail conséquent sur plusieurs années : la COPREM (Commission permanente de réflexion sur l'enseignement des mathématiques) de 1983 à 1989, le GREM (Groupe de réflexion sur l'enseignement des mathématiques), qui lui a succédé de 1990 à 1992, et la CREM (Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques) ou commission Kahane de 1999 à 2003. Toutes ces commissions rassemblaient des expertises diverses, mathématiciens, didacticiens, historiens des mathématiques, enseignants, formateurs d'enseignants, notamment animateurs IREM, et la CREM comportait aussi quelques spécialistes d'autres disciplines, ce qui s'est révélé très utile pour certains des rapports produits.

La COPREM a eu une influence importante sur l'innovante réforme des programmes du collège de 1985 et a été à l'origine, en association avec l'ADIREM et la Direction des collèges au MEN, d'un très intéressant dispositif d'accompagnement de sa mise en place, appelé « Suivi scientifique des programmes du collège » qui a permis de faire expérimenter les programmes par des animateurs IREM l'année précédant leur mise en vigueur et de produire un ouvrage par niveau rendant compte de ces expérimentations et contenant aussi des

textes plus généraux, disponibles dès l'implémentation de la réforme. Du travail du GREM présidé par l'historien des mathématiques Christian Houzel reste surtout un texte très intéressant concernant l'algèbre «L'introduction du calcul littéral», republié en 2003 dans le bulletin n°445 de l'APMEP. La CREM est sans doute la commission dont les rapports sont les plus connus parce que publiés, pour les quatre principaux, dans un ouvrage paru en 2001 chez Odile Jacob, et aussi parce que tous ces rapports et leurs annexes, résultant d'un travail très approfondi et accessibles en ligne, sont aujourd'hui encore considérés comme des textes de référence. Par rapport aux questions sur le calcul posées à divers membres de la CFEM par la commission, les recommandations qui concluent le rapport sur le calcul sont toujours d'actualité.

Q2- Place du jeu et de l'IA dans les pédagogies/la didactique d'aujourd'hui

Cette question, telle que posée, incite à considérer jeu et IA ensemble, mais la question de la place du jeu se pose de façon plus générale. C'était d'ailleurs un des points mis en avant dans la Stratégie mathématiques, les jeux étant surtout exploités dans des activités périscolaires (cf. par exemple les sujets Math.en.Jeans) même si des jeux de Nim, par exemple, sont utilisés depuis longtemps pour développer le raisonnement et le sens de la stratégie des élèves (la fameuse situation de la « course à 20 » de G. Brousseau qui met en jeu la division euclidienne en est un bon exemple). Ces dernières années, cependant, les recherches didactiques se développent sur ces questions dans des environnements périscolaires mais aussi scolaires (cf. la thèse de Nicolas Pelay et les travaux de l'équipe Math à Modeler à Grenoble).

S'agissant des connexions avec la recherche en IA et plus généralement sur les environnements informatiques d'apprentissage humain, il y a une tradition d'interaction avec la recherche en didactique des mathématiques (cf. le LIG à Grenoble avec l'équipe METAH ou le LIP6 et sa collaboration de longue date avec le LDAR à Paris, au sein d'AIDA, pour ne citer que deux exemples). Ces interactions permettent que les logiciels développés qu'ils soient de type jeu comme c'est de plus en plus le cas, ou non, bénéficient des avancées de la recherche didactique et des connaissances plus générales sur l'apprentissage (le projet Pépite sur l'algèbre et ses multiples développements depuis plus de 15 ans en est un très bon exemple).

L'enseignement de l'algorithmique, notamment dans l'enseignement primaire et au collège, utilise lui aussi largement les jeux, dans des activités débranchées, avec des logiciels comme Scratch ou divers robots. Ces activités ludiques soutiennent des apprentissages géométriques et spatiaux, notamment à l'école élémentaire, ou numériques (cf. le projet OCCINAE). C'est également un enseignement utilisé, en France et à l'étranger comme le montrent des projets européens, pour faire des élèves eux-mêmes des concepteurs de jeux, ce qui leur permet de prendre conscience du rôle des connaissances mathématiques dans la réalisation de tels jeux. Les exercices du concours Castor sont de bons exemples de jeux formateurs qui permettent de développer le sens du raisonnement et de la pensée algorithmique.

L'IA, sous sa forme "machine learning", peut aussi ouvrir d'un point de vue pédagogique tout le domaine du e-learning (enseignement en ligne) : l'élève apprend de nouveaux concepts mais aussi peut s'entraîner à distance, sur un ordinateur, plus ou moins en autonomie, avec un système qui lui propose un programme de travail personnalisé, qui répond à ses questions et lui signale ses erreurs. Il y a des expérimentations concernant un assistant personnel d'éducation pour les enseignants, développé avec Inria (cf. sur Eduscol la fiche « Expérithèque Bibliothèque des expérimentations pédagogiques » concernant un assistant numérique, développé par l'Équipe Phoenix d'Inria Bordeaux : Assistant numérique, aide à l'inclusion scolaire et soutien aux activités pédagogiques et communicationnelles, concernant les élèves en situation de handicap).

Si l'on considère la question de l'usage des jeux pour les apprentissages mathématiques, vu la faible exploitation actuelle des jeux dans l'enseignement, un usage productif nécessite une formation. Et il en est de même pour arriver à un usage efficace des ressources IA, les travaux didactiques sur l'usage des bases d'exercice en ligne le montrent bien (cf. le travail autour de WIMS ou de Sesamath).

Q3- 40 ans d'action mondiale au niveau des mathématiques, malgré tout toujours du désamour en France avec les mathématiques, le calcul et l'image des mathématiques

Certes, les actions menées mondialement au niveau des mathématiques ont du mal à modifier les représentations culturelles de cette discipline. Mais il faut faire attention à ce dont on parle. Le terme désamour ne semble pas (plus ?) être celui qu'il convient d'adopter. Il nous semble qu'actuellement l'image des mathématiques auprès des entreprises et des médias est plutôt bonne, et ceci est certainement dû aux

différentes actions entreprises ces dernières années par la communauté.

Diverses enquêtes nationales ont montré de plus au cours des deux dernières décennies que les mathématiques figuraient même parmi les disciplines appréciées par les élèves, notamment à l'école élémentaire et au début du collège, ce qui rejoint les résultats d'autres enquêtes menées à l'étranger. Le nombre croissant d'élèves impliqués dans des activités périscolaires en mathématiques (cf. Math.en.Jeans, Science ouverte...) le confirme aussi. Mais ceci ne se répercute pas au niveau des choix de carrière, notamment pour les filles, d'où l'importance de soutenir des actions comme les stages Hippocampe ou celles menées par l'association femmes & mathématiques.

On observe cependant qu'il y a, pour un certain nombre d'élèves, l'impression d'être à un moment de leur scolarité rejetés par les mathématiques, comme leurs parents l'ont été avant eux, ce qui le fait considérer comme un phénomène quasiment normal. L'entrée dans l'algèbre et celle dans la démonstration, ont constitué traditionnellement ce point de rejet. Il est donc particulièrement important de convaincre les enseignants eux-mêmes et la société que les mathématiques du socle commun et également celles du lycée, différenciées selon les filières, sont accessibles à tous les élèves. Les résultats des recherches montrent que des stratégies didactiques appropriées permettent aujourd'hui d'organiser des entrées plus progressives dans l'algèbre et la démonstration, et d'éviter ces rejets (cf. par exemple les synthèses internationales des études ICMI). Mais ils sont encore trop peu diffusés (la formation initiale et le développement professionnel des enseignants sont la clef de voûte de toute évolution).

Au lycée, le rôle prédominant de la filière S joue aussi un rôle défavorable puisqu'étant la seule filière généraliste, elle semble la voie obligée sans pouvoir accueillir tous les candidats (ni parvenir à bien former les futurs scientifiques). Le sujet de la formation scientifique des élites et des médias en France dépasse largement l'objet de cette commission, mais le sujet de la culture scientifique, en particulier de la culture mathématique, que reçoit chaque lycéen, préoccupe le groupe interdisciplinaire auquel la CFEM participe.

Le plus important semble être à nouveau de mieux former les enseignants de mathématiques : les professeurs des écoles principalement mais aussi ceux du secondaire, pour les interactions entre disciplines, et quand leur enseignement concerne les non-spécialistes. De plus il est nécessaire d'accompagner les élèves en grande difficulté car la nature cumulative des mathématiques rend plus difficile la progression si l'étape précédente n'est pas acquise. Enfin, il faut faire évoluer les filières actuelles du lycée, pour assurer cette culture scientifique minimale au plus grand nombre.

Q4- Des problèmes pour faire des mathématiques ou des mathématiques pour faire des problèmes ?

Le « ou » de cette question est inclusif : des problèmes bien conçus introduisent une certaine réflexion et peuvent former à la modélisation mathématique, et un cours de mathématiques bien pensé amène à des problèmes naturels mettant en œuvre les notions à acquérir.

La place de la résolution de problèmes dans l'apprentissage des mathématiques, et son importance, est un sujet sur lequel la didactique des mathématiques, les IREM, les mathématiciens sont tous d'accord. Il est important de rappeler que ce consensus sur l'importance de la résolution de problèmes pour l'apprentissage des mathématiques est fondé épistémologiquement et par les acquis de la recherche didactique. Soulignons aussi que les problèmes à envisager dans l'enseignement des mathématiques sont à la fois des problèmes extra-mathématiques (ceux qui vont impliquer une modélisation mathématique, même si elle est très simple) et des problèmes intra-mathématiques (nombres, objets géométriques...), et ce depuis le début de la scolarité. Bien sûr, il y a un équilibre à trouver entre les deux catégories de problèmes. Il y a aussi des problèmes ou questions qui visent à motiver l'enseignement d'une notion, d'un domaine et donner du sens à l'activité mathématique, et des problèmes qui permettent de mettre en jeu ce qui a été appris pour répondre à de nouvelles questions, établir des connexions entre notions et domaines, approfondir les connaissances. Il y a aussi des problèmes qui sont utilisés pour développer des stratégies de recherche et de preuve.

Les problèmes ont donc des fonctionnalités diverses dans l'enseignement et l'apprentissage. Et puis, au-delà des problèmes, il y a bien sûr et tout aussi nécessaires les exercices qui permettent de s'entraîner et de consolider. Il y a une multiplicité des travaux didactiques en France et à l'étranger sur ces questions, et les ressources dont on dispose sont abondantes.

Cependant, les activités de résolution de problème sont quelque chose de difficile à mettre en place de façon efficace, et cela suppose des enseignants bien formés, des dispositifs d'accompagnement et d'échange des

bonnes pratiques, et des conditions de travail appropriées dans les classes, notamment des horaires suffisants pour laisser suffisamment de temps de recherche aux élèves.

Q5- Qu'est-ce qu'un bon professeur de mathématiques ?

Si chacun (ou presque) a connu un enseignant qui l'a marqué, s'il y a souvent consensus pour reconnaître les qualités pédagogiques d'un enseignant remarquable, il faut pour envisager cette question se détacher de cette image de professeur exceptionnel, charismatique. Il n'y a pas un modèle unique de bon professeur, comme il n'y pas un modèle unique d'élève et il n'y pas une image unique des mathématiques mais une richesse des ressentis suivant les aspects qui résonnent en chacun (jeu, beauté, abstraction, utilité, création, imagination, applications, ...).

Un bon professeur cela doit être d'abord un professionnel qui aime et est bien formé au métier qu'il exerce, qui considère que ce métier est en perpétuelle évolution (évolution des demandes sociales, des mathématiques, des connaissances, outils et ressources disponibles) et requiert donc une formation qui se prolonge tout au long de la carrière, des remises en question régulières.

Être un bon professeur suppose d'avoir suffisamment de solidité dans sa discipline pour pouvoir expliquer, bien enseigner suppose d'avoir soi-même compris, mais cela ne suffit pas. Il faut aussi notamment des connaissances qui permettent de comprendre l'élève, de construire des stratégies d'enseignement et de les réguler en sachant prendre des informations pertinentes et les interpréter, et ce volet didactique non plus ne suffit pas... Pour certains le sens pédagogique est inné, mais cela peut s'acquérir, par une formation pédagogique ou par un travail personnel, et se conforter en participant à des groupes d'échange et de travail collectif comme les groupes IREM.

Pour améliorer le système, il faut aussi sortir d'une vision personnalisée pour voir l'enseignant comme membre d'un collectif, un collectif qui accompagne les jeunes, qui soutient ceux qui rencontrent des difficultés, qui partage les ressources, qui mutualise les expertises, qui s'appuie des projets collectifs pour progresser professionnellement (à l'image de ce qui se fait dans les groupes IREM, ou les Lesson studies, <https://eduveille.hypotheses.org/8811>).

Le revers de cette question est : on ne peut espérer n'avoir que des « bons professeurs », donc il s'agit déjà de mieux former et accompagner ceux que l'on a. Le faible nombre de vocations pour l'enseignement des mathématiques est aussi lié à l'attractivité du métier, dans une discipline très sollicitée. On souhaite un message fort de la République pour à la fois aider à faire respecter la profession d'enseignant (assurer une formation tout au long de la vie, améliorer les conditions matérielles, le management des ressources humaines, ...) et proclamer le caractère indispensable d'une bonne formation scientifique, en particulier en mathématiques.

6- Les « Startup pédagogiques » : une menace/une aide pour le professeur ?

Ce sujet propose à nouveau des pistes intéressantes, il y a des composantes de la CFEM impliquées dans des partenariats avec des start-up, ces expériences seront à suivre et analyser. Comme dans le cas de l'IA, il faut encourager les partenariats avec la recherche pour faire bénéficier ces projets des avancées des connaissances dans ce domaine. Pour l'informatique, on peut trouver des informations sur un salon de ces startup pédagogiques sur le site Eduscol STI (<http://eduscol.education.fr/sti/actualites/startup-for-kids-2017-le-salon-des-startups-vocation-pedagogique>). Certains ateliers sont animés par les étudiants de l'école 42, passionnés de programmation informatique, et il faut reconnaître que cette école a joué un rôle intéressant, complémentaire, de celui joué par l'enseignement supérieur traditionnel. Ces initiatives sont à suivre attentivement, il est probable qu'elles modifieront le paysage de la formation, en particulier la formation tout au long de la vie, au moins à moyen terme. (Sur le site de *French Touch de l'éducation*, on lit « avec l'accélération des transformations et l'accès au digital learning, rendre les individus acteurs de leur apprentissage apparaît non seulement possible mais également essentiel. Pourtant, la culture de l'auto-formation reste l'apanage de populations cadres déjà très diplômées. Comment alors démocratiser l'auto-formation pour maintenir l'employabilité de tous ? »).

Concernant la formation initiale en mathématiques, pré ou post baccalauréat, on peut penser que de tels outils pourraient compléter l'apprentissage, mais on n'imagine pas qu'ils remplacent l'enseignant. L'échange oral et le contact humain avec un professionnel (bien formé au bon niveau) restent et resteront nécessaires.

Annexe 1 : quelle formation ?

Si on veut que de nouvelles pratiques se mettent en place, il faut un soutien de l'institution à plusieurs niveaux : l'établissement (les tâches de vie scolaire et autres injonctions se multiplient et laissent peu de temps pour la réflexion profonde et le travail en commun), l'académie pour ce qui concerne les PAF et la qualité de l'offre, et le ministère pour les heures de FC inscrites au PNF, ainsi qu'une meilleure connexion entre établissements du supérieur (décharges horaires pour les IREM, liens entre l'ÉSPÉ et les universités de l'académie dont elle n'est pas une composante,...).

Cette formation doit contenir les trois aspects : disciplinaire, didactique, pédagogique, mais aussi s'intéresser à l'égalité filles-garçons à l'école et spécifiquement en mathématiques, et enfin au travail collaboratif et celui en interdisciplinarité.

Il est important de mieux former les futurs enseignants de mathématiques, de leur assurer une meilleure formation initiale. Pour les futurs professeurs des écoles, les diverses pistes pour améliorer leur formation initiale actuellement discutées – parcours de licences pluridisciplinaires, parcours de licences disciplinaires, ou organisation Majeures/mineures – doivent être travaillées et analysées de façon plus approfondie. Pour les futurs enseignants du secondaire, les contenus des Licences de mathématiques doivent être mieux étudiés, il faut envisager d'inclure une formation de qualité en informatique, qui soit assurée par des professionnels, dont le contenu est à définir en concertation ; on peut aussi questionner les contenus mathématiques enseignés. Cela vaut pour la formation continue. La situation est très inégale suivant les territoires. Par exemple, dans certaines académies, de vraies formations d'informatique, donnant un diplôme d'université, sont proposées, dans d'autres, ce sont des enseignants qui ont suivi une formation qui sont censés faire partager leur (maigre) expérience aux autres. Le défaut de formation en probabilités-statistique lors de leur introduction consistante dans les programmes de collège et lycée a encore des conséquences négatives.

La formation initiale concerne principalement l'aspect disciplinaire, mais elle ne peut pas faire l'impasse sur la didactique et la pédagogie. Sur ce dernier point, il faut repérer **ce qui marche** : les liens didactique-formation pédagogique sont facilités quand il y a une équipe de didactique dans un département de mathématiques (par exemple à Montpellier ou à Paris 7), ou quand il y a un IREM proche.

La formation continue devrait continuer à comprendre des aspects disciplinaires et aussi proposer des conférences (à l'image des conférences des journées de l'APMEP ou de celles de l'Ecole polytechnique qui sont proposées aux professeurs de CPGE), les enseignants sont demandeurs.

La possibilité de se former soi-même est naturellement encouragée par des mooc de qualité, par exemple le mooc « Enseigner et former avec le numérique en mathématiques » a rencontré beaucoup de succès. Pour des sujets de pédagogie générale <http://ife.ens-lyon.fr/formation-formateurs/catalogue-des-formations/formations-2016-2017/mooc/view>.

Cependant, organiser uniquement la formation continue en mathématiques des enseignants par des plateformes ou des mooc, est insuffisant. Un accompagnement par des formateurs professionnels (bien formés) est encore indispensable, et aussi cette formation doit encourager le travail collectif des enseignants. Ce travail collectif est favorisé par un rapprochement avec un groupe IREM quand cela est possible, mais il s'agit aussi du travail collaboratif entre enseignants d'un même établissement.

La **formation des formateurs** est donc également un sujet à traiter : on manque de formateurs bien formés.

- Dans le premier degré, les formations continues sont en général faites par des personnes qui sont elles-mêmes d'anciens professeurs des écoles. Ils font ce qu'ils peuvent mais ils n'ont généralement pas une très bonne formation de mathématiques (que ce soit disciplinaire ou didactique).

- Dans le second degré, le CAFFA est conçu par l'institution comme un certificat transdisciplinaire. Les « certifiés » n'ont donc pas toujours de formation en didactique des mathématiques. A terme, c'est parmi les lauréats du CAFFA que les inspecteurs choisiront les formateurs des enseignants pour la formation continue. Il faut donc que les inspecteurs encouragent à passer le CAFFA des enseignants qui ont une bonne pratique et aussi une solide formation en didactique, et ensuite qu'ils leur confient prioritairement la formation continue et l'accompagnement des enseignants.

On peut aussi faire intervenir en formation continue des enseignants des ÉSPÉ (enseignants-chercheurs en didactique par exemple) mais là encore, cela dépend des relations entre l'ÉSPÉ et l'inspection académique.

Notons que certaines académies semblent mieux fonctionner que d'autres : il est important d'en analyser les raisons (par exemple, on peut comprendre les éléments qui contribuent positivement dans celle de

Montpellier) et tenter de donner l'exemple.

Dernier élément : la quantité de **ressources** disponibles est très importante. D'une façon générale, devenir acteur de sa formation est une clé de réussite, chez les élèves comme chez les enseignants.

La difficulté actuelle est que ceux qui auraient le plus besoin de FC en mathématiques n'ont pas les ressorts personnels pour s'y attaquer ; c'est ce qui apparaît lorsque les formations de mathématiques sont proposées (et non imposées) en MEEF premier degré ; elles ne sont pas choisies par crainte d'échec. Notons que certaines expériences proposent des formations initiales spécifiques adaptées aux étudiants de licences de lettres ou sciences humaines se destinant au professorat des écoles (exemple de l'université de Lille et de l'université Paris-Est Créteil). Des formateurs compétents parviennent à faire surmonter des situations de blocage (en formation initiale ou continue).

Il est important d'insister sur le fait qu'un système éducatif n'a de bons enseignants que s'il se donne les moyens de leur formation initiale et continue, s'il valorise leur travail, s'il les traite comme des professionnels compétents (ceci nécessite une évolution du rôle de l'inspection), s'il les soutient dans leurs engagements et innovations, s'il leur garantit des conditions matérielles et humaines de travail convenables. Toutes les comparaisons avec les systèmes considérés comme performants le montrent.

Enfin, les recherches aujourd'hui montrent que l'image classique du bon enseignant a des limites évidentes et que le travail collaboratif est à encourager. Ceci suppose que les enseignants disposent de conditions de travail (horaires, locaux...) qui permettent et soutiennent ce travail collectif et qu'il soit valorisé.

Annexe 2 : d'autres questions

-La **qualité des manuels** : la liberté de l'éditeur est totale, mais les manuels ne sont pas évalués et leur qualité est très inégale. Par comparaison, l'usage à Singapour est inverse, la méthode et le manuel sont imposés. De plus, les manuels sont accompagnés de livres du maître très substantiels qui constituent de vraies ressources didactiques, ce qui n'est que très rarement le cas en France. Le développement d'un manuel élève accompagné d'une clé usb, dans laquelle tout est proposé clé en main à l'enseignant, est problématique pour les enseignants qui ne sont pas bien formés. La facilité d'utilisation ne les encourage pas à s'approprier les contenus.

Il ne faut pas oublier l'aspect important de la présence fréquente de stéréotypes de sexe dans les manuels, un élément (parmi d'autres) qui influe sur la faible vocation des filles pour les mathématiques (citons aussi, à nouveau, le manque de goût des PE pour les mathématiques).

-Le **cloisonnement** entre disciplines, qui s'est renforcé ces dernières années : en ce qui concerne les disciplines scientifiques, avec l'évolution des programmes de physique-chimie au lycée. Les mathématiques ayant perdu un terrain d'application, les élèves ont moins l'occasion de « parler le langage mathématique », il s'agit d'une cause sans doute sous-estimée de la perte d'efficacité pédagogique qui joue un rôle important dans la baisse constatée dans les évaluations internationales. Mais aussi entre les mathématiques et les disciplines littéraires, de par la formation scientifique insuffisante dans la filière littéraire en lycée général et technologique, et le choix de mentions de licence (essentiellement mono-disciplinaires). L'introduction intéressante des EPI au collège n'apporte pas les bénéfices escomptés car elle n'a pas été accompagnée d'une formation des enseignants. Un groupe interdisciplinaire auquel la CFEM participe propose une réflexion essentielle à une meilleure articulation des programmes de lycée, pour la formation scientifique de tout lycéen et aussi pour celle des futurs scientifiques.

-L'**évaluation des réformes**, de la politique publique en matière d'éducation scientifique, le suivi des rapports. Ce sujet est partiellement abordé dans notre question 1 ci-dessus, le sentiment général est que les rapports s'empilent, tirent des conclusions qui sont rarement suivies d'effet, que les réformes sont plus des décisions politiques, prises sous la pression de groupes partisans, que des nécessités (pédagogiques, structurelles, etc.). Un contre-exemple récent est lié à l'introduction de l'informatique dans l'enseignement primaire et secondaire. L'aboutissement du projet a été le fruit d'un lobbying utile et efficace, s'appuyant sur des rapports (par exemple un rapport de l'Académie des sciences) faisant appel eux-mêmes à des expertises

reconnues.

Un autre (contre ?) exemple concerne la **Stratégie Mathématiques**, lancée par le ministère il y a trois ans, fin 2014, et qui a associé la CFEM. Elle n'a peut être pas eu des effets suffisamment rapides même si certains points ont avancé (le portail Eduscol Mathématiques, une convention signée entre la DGESCO et l'ADIREM pour étendre les moyens à des groupes interdisciplinaires, enfin, concernant la mesure 8, la mise en place d'un groupe de travail de la DGESCO avec l'IGEN et l'association femmes & mathématiques), et si les réunions du comité de suivi ont permis de faire partager le constat de l'insuffisance de la formation initiale et continue des professeurs des écoles en mathématiques. Ce constat a conduit à la programmation par la DGESCO de 9h de FC obligatoire en mathématiques (dont une partie en présentiel) pour les PE de cycle 3, c'est un premier pas qu'il faut absolument renforcer. Pour la formation initiale par contre, la DGESIP n'avait encore proposé aucune piste à la dernière réunion.

-La formation pédagogique dans l'enseignement supérieur, celle des doctorants-moniteurs, mais aussi des enseignants-chercheurs, donc des enseignants du supérieur. L'introduction récente du caractère obligatoire de cette formation peut être l'occasion de renforcer le rôle des IREM, de proposer des formations à certains outils d'innovation pédagogique (on peut penser à des formations Wims), etc.

L'articulation entre innovation pédagogique et enseignement disciplinaire semble insuffisante. Il nous semble que la première se développe de façon autonome, sans lien établi avec l'enseignement disciplinaire, on compte principalement sur la bonne volonté des enseignants-chercheurs pour se former (voir les JIPES2017). L'accompagnement pédagogique de ceux-ci pourrait être encouragé par les institutions.

-La demande de la société/industrie/décideurs quant à la formation en mathématiques. Cette question va sans doute être posée lors de l'audition d'autres structures. La communauté enseignante aurait besoin de participer à ces échanges.