

Texte préparatoire de la SMF pour la mission mathématique

- **La place du calcul dans l'enseignement et la didactique et les paliers pour l'acquisition du calcul (primaire-collège-lycée)**

S'il semble nécessaire de commencer tôt à calculer et de développer cette compétence tout au long de la scolarité il faut, pour préciser, se demander ce qu'on entend par calcul :

- le calcul mathématique hors contexte (calcul mental), application d'un algorithme technique ;
- la modélisation : une situation est décrite, il faut reconnaître les mathématiques dans l'habillage concret, identifier le type de problème (additif, multiplicatif, proportionnalité...), identifier une opération qui convient, et la mettre en œuvre ;
- la manipulation, qui donne du sens aux opérations.

Le calcul comme outil de modélisation doit être mis en œuvre le plus tôt possible. On peut faire résoudre dès la maternelle, par des manipulations, des problèmes qui servent à préparer les calculs. Le calcul technique, lui, ne doit pas être introduit trop tôt car il doit être préparé. Par exemple, la division euclidienne nécessite une bonne maîtrise de la multiplication et de la notion de multiple. C'est ce qui permettra de donner un sens au calcul. Plus tard au collège, pour introduire des lettres et faire du calcul algébrique, les élèves devront être à l'aise avec les calculs qu'ils font sur les nombres.

La pratique intellectuelle du calcul (au sens technique) est formatrice.

Prenons garde au caractère réducteur que peut prendre le calcul par rapport à l'enseignement des nombres. Il existe des travaux didactiques sur la place et le rôle du nombre dans les apprentissages (Brousseau). Il est également essentiel de mettre les nombres en perspective avec les grandeurs (Vergnaud). Les résultats des travaux de Brousseau et Vergnaud sont diffusés via le réseau des IREM par la COPIRELEM (école primaire) et la CORFEM (enseignement secondaire). Enfin, il ne faut pas négliger les apports d'autres concepts, par exemple la géométrie.

Ici, l'outil numérique jouera un rôle fondamental dans l'apprentissage. Un exemple d'innovation pédagogique existant dans un pays voisin est la distribution aux enfants sur un support simple (une clé USB par exemple) d'un logiciel qui permet de s'entraîner au calcul. Le logiciel est conçu pour que les utilisateurs, en franchissant des paliers successifs, acquièrent des prérequis définis à l'avance. Le même logiciel est utilisé en cours pour que les enseignants puissent accompagner tous les élèves au fil des paliers, et vérifier qu'ils les ont effectivement franchis. Le logiciel WIMS est aussi un outil intéressant : il est déjà utilisé dans l'enseignement supérieur, et il existe des ressources WIMS de niveau école, collège ou lycée. **Quel que soit l'outil, des objectifs chiffrés (temps passé en classe, paliers de réussite,...) sont indispensables pour la réussite du projet.**

- **La place du jeu et de la recherche dans l'enseignement des mathématiques**

Les mathématiques sont une activité. Le jeu permet d'y entrer mais pour qu'il serve à apprendre quelque chose, il doit être inscrit dans une situation didactique. Réfléchir à la façon dont le jeu va permettre de faire des mathématiques est un travail qui demande du temps, des expérimentations... c'est un travail de chercheur. Les mêmes considérations valent pour les activités de recherche. Il existe de bons dispositifs qui permettent de faire travailler les élèves sur des processus de recherche, éventuellement à travers un jeu : ateliers Math.en.jeux ou Maths à modeler, stages Hippocampe, etc. Mais ces dispositifs manquent de moyens humains et matériels.

Référence : [Nicolas Pelay « Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique »](#).¹

- **La préparation à l'enseignement supérieur**

La filière S du lycée ne prépare pas les élèves à des études scientifiques : arrivés à l'université, ils manquent de rigueur et d'autonomie, ont du mal à comprendre ce qu'est qu'une preuve et pourquoi c'est essentiel à l'activité mathématique, ils manquent de méthodologie et ne maîtrisent pas les différents types de raisonnement.

Les mathématiques permettent de résoudre des problèmes, en particulier des problèmes qui se posent dans d'autres disciplines. Or au lycée, les mathématiques sont isolées des autres disciplines.

¹ <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00665076>

Les programmes essaient d'encourager les liaisons mais ce n'est pas effectif. En physique, par exemple, le programme est très descriptif et peu formalisé, ce qui ne permet pas d'étudier les sujets avec suffisamment de détail pour faire intervenir les mathématiques. À cause de cela, les lycéens peuvent se désintéresser des mathématiques. Plus grave encore, ils développent une conception erronée de ce que sont les sciences, ce qui entraîne des échecs à l'entrée dans les études supérieures.

Des groupes de travail dans lesquels la SMF est impliquée ont réfléchi à ces problèmes :

Un groupe de travail interdisciplinaire auquel participent plusieurs sociétés savantes et associations² conduit depuis plusieurs années une réflexion de fond et est force de proposition pour les programmes du lycée. Sur la base de leur travaux, l'Académie des sciences a publié un [texte](#)³.

La SFdS, la SIF, la SMAI, et la SMF, ont constitué un groupe pour réfléchir à un programme de mathématiques liées à l'informatique au sein de mathématiques du lycée : voir leurs [propositions](#)⁴.

Il faudrait réduire ce hiatus et, en attendant, encourager les tests de positionnement avec année de préparation aux études scientifiques. Voir [le texte de la SMF sur les pré-requis](#)⁵.

- **Un point crucial : la formation des enseignants.**

Tous les points précédents et les éléments de réflexion que nous proposons nous mènent au constat suivant : tout d'abord, une réflexion a été, est ou doit être menée ; ensuite, des expérimentations, retours d'expérience, diffusion des résultats doivent s'enchaîner. Les recherches en didactique très active, peuvent accompagner ce processus. **Mais le véritable problème est de faire arriver dans les classes les solutions proposées.** Les chercheurs en didactique développent une littérature dite « d'interface », où ils s'efforcent de mettre à la disposition des enseignants des premier et second degrés les résultats de leur recherche. Encore faut-il que les enseignants s'en emparent, et pour cela, il faut les accompagner. **La question centrale est donc la formation des enseignants : formation initiale (dans les masters MEEF) et continue, dans le premier degré, comme dans le second.**

Formation initiale : formés dans des masters, les futurs enseignants doivent être initiés à la recherche, afin de réaliser qu'ils peuvent trouver dans la littérature d'interface des réponses à leurs interrogations professionnelles. Or les étudiants-fonctionnaires stagiaires sont surchargés de travail : un mi-temps d'enseignement représente un travail très lourd pour un débutant ; cette difficulté est aggravée, pour nombre d'entre eux, par un très faible niveau de mathématique. Ils n'ont donc ni le temps ni la sérénité pour réfléchir. Saturés de stress et de travail, ils sont demandeurs de solutions pragmatiques à leurs problèmes immédiats et ont tendance à rejeter les enseignements didactiques. L'assurance d'une formation continue de qualité au-delà du master permettrait de détendre la formation initiale.

Formation continue :

- Pour le moment, elle est limitée en termes de volume horaire, difficile d'accès faute de remplaçants et essentiellement orientée sur des thématiques transversales.
- L'accès doit y être facilité et l'incitation à y participer forte (voire obligatoire).
- Des formations en mathématiques et en didactique des mathématiques, absolument nécessaires l'une et l'autre, devront être faites, par des universitaires.

Pour cela, **les IREM ont un rôle essentiel à jouer.** Les IREM sont sollicités selon la bonne volonté des académies et leur situation est parfois fragile. Ils dépendent du nombre d'heures que les universités daignent leur attribuer. Il est nécessaire que, nationalement, la DGESCO soutienne et sollicite effectivement les IREM pour profiter de leur expérience sur tous ces sujets de formation.

- Il est également nécessaire de prévoir des formations sur un temps long : la fondation « La main à la pâte », qui s'occupe de formation des enseignants en sciences, estime à 80 le nombre d'heures de formations nécessaires avant qu'on constate un effet sur les pratiques.
- *Remarque* : la formation continue est plus efficace si elle est organisée par bassin d'établissements : moins coûteuse en termes de déplacements ; les enseignants y vont plus volontiers ; en mobilisant

² SFP, SMAI, SIF, UdPPC, UPS et ADRM, CFEM, ADIREM, CORFEM et APMEP.

³ <http://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/restructurer-enseignement-physique-chimie-mathematiques.html>

⁴ <http://smf.emath.fr/content/211016-propositions-pour-le-futur-programme-de-math%C3%A9matiques-du-lyc%C3%A9e-0>

⁵ <http://smf.emath.fr/files/prerequis-licence-v7.pdf>

plusieurs enseignants d'un même établissement sur une question, on augmente les chances qu'ils s'en emparent et la développent ; cela autorise les formations par cycle (en particulier le cycle 3).

Le cas particulier du premier degré : dans les masters « MEEF 1^{er} degré », formant les PE, seuls 20 % des étudiants ont un bagage scientifique. Les autres ont une formation en mathématique dérisoire. Les faibles volumes horaires dédiés aux mathématiques dans les masters ne permettent pas de donner aux étudiants un niveau suffisant pour les enseigner. Ils ne peuvent transmettre aux enfants que leur incompréhension, voire leur appréhension, pour les mathématiques. Il existe des solutions qui sont :

- **multiplier les licences scientifiques pluridisciplinaires**, qui permettent d'attirer des étudiants formés par les sciences vers le métier de professeur des écoles. Dans les maquettes actuelles, figées par les nomenclatures, ces licences ont du mal à exister.
- développer des systèmes de majeures et de mineures dans les licences classiques, avec des mineures de mathématiques et de sciences pour les non-scientifiques permettant de donner les compétences minimales indispensables à l'enseignement ;
- créer, dans les masters MEEF 1^{er} degré des parcours différenciés qui permettraient aux futurs enseignants de renforcer leurs connaissances dans les disciplines où ils sont le plus fragiles ;
- développer la formation continue, comme dit précédemment.

D'une manière générale, il faut donc institutionnaliser une politique de diffusion des résultats de la recherche. Il faut également favoriser toute action qui permette aux différents acteurs (enseignants du primaire, du secondaire, du supérieur, chercheurs en didactique, inspecteurs) de se rencontrer afin de travailler ensemble à une meilleure éducation mathématique.

Un exemple probant : la méthode Singapour. À partir des recherches en didactique de plusieurs pays, dont la France, des méthodes d'apprentissages adaptées à la société ont été mises au point. Les enseignants ont été formés **plusieurs centaines d'heures** pour appliquer la méthode dans les classes. **À nous d'être ambitieux pour nos enfants et les enseignants de nos enfants !**

Sur la formation des enseignants, la SMF et a SMAI ont rédigé des textes pour le [1er](#)⁶ et le [2nd degré](#)⁷.

- **Un enseignement fondamental tourné vers les technologies d'avenir**

D'une part, il est indispensable de fournir aux enfants tous les outils de logique, de calcul, de développer chez eux l'intuition et la démarche scientifique, la rigueur et sa nécessité, et enfin la possibilité de mener des raisonnements et des preuves. Tout ceci permet d'aiguiser le sens critique, l'autonomie, la capacité d'innovation qui passent par la confiance en soi et la maîtrise technique. La formation mathématique est donc nécessaire et fondatrice dans l'apprentissage de toute personne, en particulier celles et ceux souhaitant poursuivre des études supérieures. En parallèle, la formation en mathématiques des élèves français doit les préparer aux métiers de demain, dans un monde où l'économie numérique est en pleine expansion (et même plus : elle régit beaucoup de nos comportements et c'est sur elle que reposent les principaux projets d'innovation). Il est indispensable de prendre en compte cette évolution dans les programmes. Comment imaginer qu'un bachelier de 2030, en particulier scientifique, ne possède pas des bases de statistiques, voire de traitement de données, ou de bases théoriques pour la cryptographie (théorie des groupes) ou l'algorithmique?

Même pour celles et ceux qui ne veulent pas en faire leur métier, il est essentiel de donner à nos enfants une éducation qui leur permettra d'appréhender le monde dans lequel ils vivent. Il est donc important que les programmes de mathématiques soient élaborés dans cette perspective, et des professionnels de l'informatique et du numérique devront être associés à cette réflexion.

- **Ce que peut faire la SMF**

La SMF a un contact privilégié avec la communauté mathématique, où sont les acteurs de terrain, surtout à l'université. Elle peut faire le lien avec les collègues pour récolter des données (par exemple, savoir ce qui est attendu à l'université, organiser une campagne nationale pour tester le niveau en licence...), organiser des débats, diffuser des informations, susciter des réactions... Bien sûr, elle peut aussi être force de proposition sur beaucoup des points mentionnés ci-dessus, comme l'élaboration des programmes, la formation des enseignants...

⁶ http://smf.emath.fr/files/cr-reunion_premier_degre_vf.pdf

⁷ http://smf.emath.fr/files/2017-02-03.reunion_meeef.pdf