

Paris, le 25 novembre 2017



Institut national des sciences
mathématiques et de leurs interactions

www.cnrs.fr/insmi

Campus Gérard-Mégie
3 rue Michel-Ange Auteuil
75794 Paris cedex 16

T. 01 44 96 42 52
F. 01 44 96 48 16

D

Destinataire : Mission sur l'amélioration de l'enseignement des mathématiques de l'école primaire au lycée.

L'Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions du CNRS a été doté d'une mission nationale de coordination et de soutien envers les mathématiques. À ce titre, il s'intéresse à la formation mathématique en France. De fait, la formation des enseignant·es du secondaire, principale et continue, est souvent effectuée par des enseignant·es-chercheur·es, membres de laboratoires de mathématiques du CNRS, et nombre d'entre eux sont investis dans des missions de diffusion des mathématiques en direction des scolaires et de leurs professeur·es. Dans ce contexte, nous expliquerons les intérêts de ces actions, en quoi elles contribuent à la formation des enseignant·es, leur contribution au dialogue entre instituts de recherche et établissements, les difficultés qu'elles rencontrent et les pistes d'amélioration possibles.

Il n'est sans doute pas utile de redire l'intérêt national de la formation en mathématiques mais il est intéressant de voir que cette problématique était présente dès la création des unités de recherche sous la tutelle partagée du CNRS et d'universités. En effet, un extrait du rapport national de conjoncture du CNRS en 1969, rédigé dans le contexte d'explosion démographique de la population étudiante que l'on connaissait à l'époque écrit : « C'est du point de vue de l'avenir de la recherche mathématique que la commission est amenée à analyser les conséquences de ce bouleversement, avec le sentiment d'une responsabilité du CNRS à cet égard, non pas d'un point de vue étroit (défense des mathématiques pour elles-mêmes), mais du point de vue du développement de l'Université et, au-delà, du pays tout entier, *vu le rôle important de la formation mathématique dans la formation générale, et de la science mathématique, à la fois instrument et repère de rigueur, dans les activités scientifiques, économiques et sociales modernes.* »

Commençons par décrire le contexte. La recherche en mathématiques en France est très largement portée par les enseignant·es-chercheur·es. Les Unités mixtes de recherche françaises réunissent 4000 mathématicien·nes parmi lesquels seuls 400 sont des chercheur·es. Ce lien avec l'enseignement est constitutif de la discipline et la recherche en mathématiques se nourrit de l'enseignement des mathématiques. Du fait de la spécificité de cette discipline, c'est en mathématiques qu'a été montée la première unité de recherche CNRS sous tutelle conjointe avec une université : il s'agit de l'Institut de recherche en mathématiques avancées (IRMA) à Strasbourg en 1966, l'URA 001, un des premiers IRMA

(le même rapport de conjoncture de 1969 cité ci-dessus dresse la liste des IRMA à monter dans le cadre du sixième plan : Orsay, Nice, Rennes,...).

Les liens entre laboratoires et établissements scolaires et secondaires s'établissent dans une double dynamique : la formation initiale et continue des professeur·es des écoles et du secondaire au sein des laboratoires, des actions des chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es dans les établissements.

Des enseignants du secondaire dans les laboratoires de mathématiques – un enjeu de formation continue

Il est intéressant de remarquer que la création des IRMA en 1969 s'accompagne de celle des IREM, marquant ainsi le lien entre recherche universitaire et enseignement des mathématiques. Accueillir les mathématiques dans une université se comprenait comme ouvrir un IRMA et un IREM. Aujourd'hui, dans un certain nombre de grands centres universitaires, on trouve encore cette structuration : une UMR rassemblant les mathématicien·nes du site et un IREM situé dans le même bâtiment que l'UMR ou dans un voisinage immédiat, la direction de l'IREM étant souvent assurée par un·e enseignant·e chercheur·e. Citons sur ce modèle Montpellier ou Clermont-Ferrand, deux lieux où l'IREM et l'UMR de math entretiennent des relations étroites. Ces liens forts sont favorables aux échanges entre enseignants du secondaire d'une part et chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es d'autre part, notamment dans le cadre de la formation continue qui contribue à l'accueil dans le bâtiment de math de professeurs du secondaire et les amène à rencontrer des chercheur·es ou des enseignant·es-chercheur·es qui assurent ces formations. Cette connaissance mutuelle des enseignants du secondaire et de l'université permet aussi de faire valoir les formations scientifiques locales et contribue à une orientation vers les études scientifiques des lycéens.

On peut observer que les universités ne disposant pas d'IREM ressentent souvent le besoin de construire leurs propres réseaux avec des enseignants du secondaire de lycées proches. Citons par exemple les actions du LAMA, unité bi-site localisée sur Créteil et Marne la Vallée qui abrite un « groupe de liaison lycée –université » piloté par un enseignant-chercheur. Ce groupe de travail a notamment produit des documents de travail pour l'Accompagnement personnalisé en Terminale, documents ayant pour but de présenter des "exercices" sur des thèmes bien identifiés dans le programme officiel et s'inscrivant entre le programme du secondaire et du supérieur. De telles expériences existent dans plusieurs de nos laboratoires. Conjuguées à des opérations comme les ateliers *Maths en Jeans* dont nous parlerons plus loin, elles permettent de faciliter le dialogue entre laboratoires de recherche et établissements et à préparer l'arrivée à l'université des lycéens.

Il est également opportun de soulever la question de l'interface entre les mathématiques et l'informatique. La question de la création d'institut de recherche sur l'enseignement de l'informatique se pose aujourd'hui et on peut la penser en terme d'évolution des IREM en « IREMI », institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques et de l'informatique. De tels instituts aideraient la réflexion sur une évolution de l'enseignement des mathématiques et de l'informatique, ils pourraient également porter les actions de formation nécessaires à cette évolution en s'appuyant sur les liens que les chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es en mathématiques entretiennent avec leurs collègues d'informatique. Il faut noter qu'un certain nombre de LabEx sont aujourd'hui placés à l'interface entre mathématiques et informatique et constituent un socle propice au développement d'actions conjointes en direction des établissements.

Des actions de formation continue menées dans les laboratoires, via les IREM ou d'autres dispositifs sont donc souhaitables. Plusieurs laboratoires s'impliquent via les collègues enseignant·es chercheur·es dans à l'agrégation interne mais on peut penser également à des actions plus ciblées, actions de proximité situées dans les laboratoires ou actions en temps plus long en résidence, en utilisant par exemple le Centre international de rencontres mathématiques (CIRM), géré par l'Insmi et la SMF. Ce lieu d'accueil exceptionnel peut permettre des actions de formation continue à fort impact, comme il l'a déjà montré pour des formations à Python. On citera également les actions en direction des professeurs de classes préparatoires qui sont particulièrement nécessaires vu leur implication dans la formation des futurs chercheur·es et leur rôle parfois crucial dans la naissance des vocations de mathématicien·nes.

Des professeurs des écoles et du secondaire formés par des enseignants-chercheurs - les conditions d'un dialogue fructueux entre établissements secondaires et universitaires.

Les membres de laboratoires, du fait qu'ils sont souvent enseignant·es-chercheur·es sont intéressés au dialogue avec les établissements du secondaire, et cela à plusieurs titres. D'une part parce que leurs propres étudiants en premier cycle universitaire sont issus de ces établissements ; ils ont donc tout intérêt à faire connaître leurs formations en milieu lycéen. Ces liens sont d'autant plus faciles à établir lorsque les enseignant·es des lycées voisins sont des anciens élèves qui reviennent parfois les voir lorsqu'ils passent l'agrégation interne ou lorsqu'ils font eux-mêmes des vacances à l'université. On gagne ainsi en fluidité entre le lycée et l'université, la connaissance mutuelle favorisant la confiance.

L'existence de master MEEF au sein des universités est donc un facteur important d'articulation entre le lycée et l'université. Un·e enseignant·e du secondaire formé·e dans une université saura plus facilement solliciter ses ancien·nes enseignant·es pour une intervention au sein du collège ou du lycée, le montage d'un club de math, ou d'un projet *Maths en Jeans*. Il est donc souhaitable que des enseignant·es chercheur·es interviennent dans ces enseignements, comme il serait souhaitable que les jeunes enseignant·es du secondaire aient la possibilité de rester en début de carrière quelques années dans l'académie où ils ont été formés. On observe que certains laboratoires de mathématiques entretiennent un réseau d'anciens élèves en poste dans les lycées voisins et que ces liens créés pendant la formation initiale sont à la base de collaborations fructueuses, notamment en direction des élèves.

Amener les chercheurs dans les classes

Les laboratoires de mathématiques sont souvent engagés dans des projets ambitieux de diffusion des mathématiques en direction du grand public, avec une attention toute particulière pour les établissements scolaires ou secondaires. Le développement de la culture scientifique dans le grand public, et en particulier auprès des jeunes, est une nécessité reconnue. Ce qui est en question est d'une part une meilleure compréhension par nos concitoyen·nes des enjeux liés aux mathématiques – et à la science en général - et d'autre part le besoin de susciter plus de vocations pour les études scientifiques. Il faut d'ailleurs noter que chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es ont, parmi leurs missions, la diffusion de la culture scientifique.

L'Insmi a lancé en 2012 un réseau thématique pluridisciplinaire « Autour de la Diffusion des Mathématiques » qui a évolué en Groupement de service (GDS) en 2015. Ce tout jeune GDS est un outil national de réflexion sur la diffusion des mathématiques, de mutualisation de ressources et un lieu d'échanges. L'Insmi s'est ainsi doté d'un réseau d'expertise en ce domaine. L'investissement et la disponibilité des chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es qui se saisissent de ces questions n'est plus à démontrer mais des difficultés demeurent.

Ces actions de diffusion font souvent appel au bénévolat et sont portées par des associations qui peuvent manquer de bras et de moyens financiers. En 2017, la fondation Blaise Pascal a été créée sous l'égide du CNRS et de l'université de Lyon afin de travailler à la collecte de fonds pour ces actions de diffusion en mathématiques et en informatique. Notons le positionnement de cette fondation à l'interface entre mathématiques et informatique et espérons que les financeurs seront au rendez-vous.

Enfin, si la diffusion des sciences figure parmi les activités des chercheur·es et enseignant·es-chercheur·es, leur prise en compte dans la carrière des personnes qui s'y livrent est actuellement balbutiante, que ce soit au niveau des instances nationales, pour leur évaluation au moment des promotions (Comité national du CNRS et CNU) ou tout simplement au niveau de leur comptabilité dans les services des enseignant·es-chercheur·es. Le GDS AuDiMath pourra à ce niveau être force de réflexion et de proposition mais la mobilisation de toutes les instances, organismes et établissements, sera nécessaire pour s'emparer de ces questions.

Modifier le regard sur les mathématiques

On peut constater que le grand public pense souvent que les maths sont figées et on a beaucoup de mal à faire passer l'idée que les maths sont une discipline active, vivante, portant des questions ouvertes. Même des universitaires d'autres disciplines semblent parfois ne voir dans les maths qu'un langage ou un outil. C'est donc un enjeu crucial de mieux faire comprendre la nature des mathématiques aux élèves des lycées, mais aussi à leur entourage immédiat. Les actions en direction du grand public que mènent les laboratoires ont donc toute leur importance, en soutien et complément à celles menées en milieu scolaire.

S'agissant de la formation des enseignants, il est encore plus crucial de sensibiliser les futurs enseignants à cette dimension évolutive des mathématiques et de favoriser l'intervention de chercheurs dans la formation, qu'il s'agisse des licences de maths comme des master Meef. Il faut également inventorier un certain nombre de pistes pour favoriser la présence de scientifiques parmi les professeurs des écoles et nous y reviendrons plus loin. Enfin, sachant qu'une carrière est un long chemin, une implication forte des chercheurs dans la formation continue des enseignant·es du secondaire et des écoles est tout autant souhaitable.

L'appropriation de la démarche scientifique peut également passer par des actions comme celles de *Maths en Jeans*. Les témoignages d'enseignants ayant accueilli des projets *Maths en Jeans* montrent que ces projets sont tout autant profitables à l'enseignant qu'aux élèves. Cet enjeu de formation des enseignants pourrait être développé dans ces actions. Par ailleurs, les laboratoires impliqués dans des projets interdisciplinaires pourraient intervenir plus fréquemment.

La formation des professeurs des écoles

La formation des professeurs des écoles est au cœur du questionnement et mérite un paragraphe dédié. Parmi les professeurs des écoles, bien peu ont bénéficié de formations en sciences, ce qui constitue une réelle difficulté pour la formation des jeunes. On voit souvent dans la disparition des licences pluridisciplinaires une des raisons de cette baisse en compétence scientifique parmi les enseignants du premier degré, cette piste devra être étudiée et les laboratoires investis dans la diffusion des sciences auront un rôle à jouer dans ces formations.

Au delà du simple fait d'intervenir dans la formation initiale, il y a un travail de fonds à entamer pour lever les blocages psychologiques envers les sciences chez les enseignants en poste. Par ses actions de communication grand public (CNRS Le Journal, Videos, la chaîne Youtube Zeste de science), le CNRS peut participer à ce travail via une médiation exercée par ses chercheur·es. Les mathématicien·nes, notamment avec la Maison des mathématiques et de l'informatique à Lyon ainsi qu'avec le futur espace de médiation scientifique de l'Institut Henri Poincaré, apportent également des propositions pour la diffusion des mathématiques.

Il serait souhaitable que les agents de l'enseignement, directeurs d'école et inspecteurs, s'en saisissent, dans le dialogue avec les chercheurs qui portent ces actions, afin de construire des projets de formation scientifique pour leurs personnels en place. Il leur faudrait également penser à un moyen de prendre en compte dans la carrière des professeurs des écoles ces efforts de formation.

Des enseignant·es chercheur·es innovants : enseigner autrement

Le dialogue avec les enseignant·es chercheur·es peut permettre d'ouvrir de nouvelles pistes de réflexion. Ils sont actuellement en première ligne pour la formation de jeunes issus du système scolaire avec des difficultés d'appréhension des mathématiques. Le dialogue avec les collègues montre la nécessité d'ouvrir des formations universitaires offrant une seconde chance. Sur le modèle des DAEU, on a vu remonter des suggestions d'ouverture de formation de mise à niveau en mathématiques pour des étudiants issus de filières scientifiques comportant une composante mathématique - comme celles de sciences économiques ou de génie mécanique, par exemple - et qui sont refusés à l'entrée du Master MEEF. De telles formations pourraient s'inspirer des parcours ouverts dans certaines universités aux lycéens issus de bacs technologiques qui ont besoin d'un renforcement en mathématiques avant de s'insérer dans des licences scientifiques (génie informatique, électronique, maintenance industrielle). Cette créativité portée par les membres de nos laboratoires, habitués par leur activité de recherche à se remettre en question, s'avère une richesse que l'on peut exploiter avec profit.