

Dossier de candidature à la  
*Médaille Emma Castelnuovo*

Réseau des

*irem*

Instituts de Recherche  
sur l'Enseignement des Mathématiques  
(et des Sciences)

France

Mai 2019

<http://www.univ-irem.fr/>

Dossier coordonné par :

ANNE CORTELLA, Maître de Conférences à l'Université de Montpellier  
Directrice de l'IREM de Montpellier,  
Présidente de l'Assemblée des Directeurs d'IREM-&-S  
[anne.cortella@umontpellier.fr](mailto:anne.cortella@umontpellier.fr)

PIERRE ARNOUX, Professeur des Universités à l'Université d'Aix-Marseille  
Président du comité scientifique des IREM-&-S  
[pierre@pierrearnoux.fr](mailto:pierre@pierrearnoux.fr)

# Table des matières.

<b>1</b>	<b>Programme du candidat et motifs de la candidature</b>	<b>3</b>
1.1	Les principes fondamentaux du travail dans les IREM : un réseau de proximité au service des enseignants . . . . .	3
1.2	Un réseau en synergie . . . . .	5
1.3	Insertion dans le monde de l'enseignement des mathématiques . . . . .	6
1.4	Un réseau ouvert et en évolution permanente et réactif sur les évolutions de l'enseignement	7
<b>2</b>	<b>Synthèse de la candidature</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Compte-rendu sur la génèse et la diffusion du travail et sur le rôle des personnes impliquées</b>	<b>9</b>
3.1	Les groupes de travail : lieu principal d'élaboration des travaux et de leur diffusion de proximité . . . . .	9
3.2	Les publications des IREM . . . . .	10
3.3	Impact sur les recherches en didactique, épistémologie et histoire des mathématiques . . .	12
3.4	Impact sur la formation initiale . . . . .	14
3.5	Influence sur les curricula . . . . .	14
3.6	Actions de popularisation des mathématiques . . . . .	15
3.7	Le réseau international . . . . .	16
3.8	Ouverture sur les autres sciences . . . . .	17
3.9	Rôles des personnes impliquées dans l'activité du réseau des IREM . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Présentation de trois publications significatives du travail du réseau</b>	<b>20</b>
4.1	Let History into the classroom - book - Springer - 2018 . . . . .	20
4.2	Numéro spécial Repères IREM (112) Juillet 2018 . . . . .	23
4.3	Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les Prix - brochure - IREM de Poitiers - 2018 . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Lettres de soutien</b>	<b>28</b>
5.1	Soutien du Réseau Africain Francophone pour la Recherche, la Formation en Didactique des Mathématiques, au Réseau des IREM de France . . . . .	28
5.2	Soutien de Gert Schubring . . . . .	31
5.3	Soutien des IREM du Brésil . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Coordinators of the case</b>	<b>36</b>

*Toutes nos excuses si certains des liens indiqués dans ce dossier sont indisponnibles. Nous pourrons vous adresser les nouveaux liens à la demande.*

*Ceci est une version française du dossier proposé en anglais aux membres du jury de la médaille Emma Catelnuovo. La version anglaise est disponible à l'adresse <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique379>*

# 1 Programme du candidat et motifs de la candidature

Le réseau des IREM (IRES et IREM&S) (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Sciences ou Mathématiques et Sciences) est né en France il y a 50 ans, et est devenu depuis l'un des acteurs les plus actifs et incontournables dans le domaine de l'enseignement des mathématiques dans ce pays. Dès leur création, les IREM se sont efforcés de répondre au trois missions fondamentales qui leur ont été confiées :

- Chercher pour améliorer l'enseignement des mathématiques, au sein de groupes non hiérarchisés de chercheurs universitaires et de praticiens du premier ou second degré ou du supérieur ;
- Former les enseignants, en particulier en utilisant les résultats des recherches du réseau ;
- Diffuser les résultats des recherches en mathématiques et sur leur enseignement.

Ces missions et la structure universitaire originale des IREM, associant tous les acteurs du monde de l'éducation en mathématiques, sont à l'origine de très nombreux travaux, toujours proches des préoccupations des professeurs de terrain, adaptés aux questions d'enseignement issues des nombreuses évolutions curriculaires et à l'émergence de nouveaux outils technologiques.

Les IREM, chacun avec ses spécificités locales, mais bénéficiant d'une coordination scientifique constructive, forment un réseau à la fois adaptable et cohérent, reconnu en France et dans de nombreux pays, en particulier les pays francophones, ou ayant des relations de recherche naturelles avec la France, et dont certains ont à leur tour créé ou cherchent à créer des structures de type IREM. Il est plébiscité à la fois par les chercheurs en mathématiques et en didactique et par les enseignants ; ces derniers utilisent en particulier en toute confiance les ressources élaborées dans le réseau et diffusées par un système évolutif de moyens de diffusion communs ou locaux qui seront détaillés dans ce dossier. Il sert maintenant de modèle pour l'amélioration de l'enseignement des autres sciences, en particulier des STEM, que l'on accueille de plus en plus dans le réseau, avec une demande explicite à la fois du Ministère de l'Éducation Nationale, des universités scientifiques, et des didacticiens des autres sciences.

Il nous apparaît ainsi que les 50 ans du réseau des IREM sont l'occasion de candidater à la prestigieuse médaille Emma Castelnuovo, pour mettre en avant l'originalité, l'efficacité, et l'implication de sa structure, la qualité et la variété du travail effectué, les liens étroits tissés entre pratique et théorie, son influence sur les pratiques d'enseignement et son potentiel à servir de modèle dans d'autres pays et pour d'autres sciences.

## 1.1 Les principes fondamentaux du travail dans les IREM : un réseau de proximité au service des enseignants

La seconde moitié du vingtième siècle a été marquée, en France comme ailleurs, par le besoin de renouveler fortement l'enseignement des mathématiques, pour s'adapter aux évolutions considérables des connaissances et des conceptions effectuées grâce aux recherches dans ce domaine. Les IREM sont ainsi nés de la conjonction d'un grand désarroi des enseignants suite à la réforme curriculaire dite des "mathématiques modernes", et des événements de mai 1968 secouant entre autre le monde universitaire. Cette création fut sollicitée à la fois par l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP), qui fournissait déjà bénévolement des formations et des ressources pour anticiper et accompagner le "recyclage" en mathématiques des professeurs, ainsi que par des enseignants-chercheurs des universités conscients de leurs responsabilités.

Ce travail militant a alors suscité l'adhésion enthousiaste de nombreux enseignants auxquels les IREM ont fourni, au sein des universités, un nouveau cadre de travail collectif stimulant, hors de toute contrainte hiérarchique et proche de leurs préoccupations.

Ces missions premières des IREM, sous-tendues par les conditions de leur création, ont ainsi conduit à des constantes fondamentales, dans le temps et dans l'espace, dans leur fonctionnement :

- **Un travail de recherche** dans les universités sur tout le territoire, **dans des groupes** dits "de recherche-action" associant étroitement des chercheurs et enseignants-chercheurs en mathématiques et en didactique ou histoire des mathématiques et des enseignants, chacun apportant son questionnement, sa sensibilité et son expertise. En 2018, 266 groupes, répartis dans 27 IREM, ont rassemblé 1840 membres dont 463 universitaires. La diversité et le nombre des groupes permettent alors la diversité des thèmes de recherche et des types de production.

La diversité des statuts et la confiance réciproque permettent des observations en classe et un regard critique productifs, et un développement professionnel important pour tous. Ces travaux de recherche sont soutenus par les universités, par les instances locales (rectorats, corps d'inspection) et nationales (Ministères de l'Enseignement et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche), par la mise à disposition de moyens en locaux, financiers et surtout humains.

- **Des formations pour tous les enseignants** "de la maternelle à l'université", proposées par les membres de groupes de travail, garantissant une réflexion et une appropriation fine des propositions de travail. Les contenus sont issus des recherches du groupe intervenant et/ou d'autres groupes IREM avec lesquels ils ont pu interagir, ou de la recherche théorique. En 2018, 181 stages ont eu lieu, pour 5 010 participants, correspondant à 21 151 demi-journées de formations stagiaire, auxquels il faut en additionner 7 328 de formation à des promotions internes.

La formation initiale des professeurs est également impactée grâce à la présence dans les groupes des formateurs des instituts universitaires chargés de ces formations, souvent issus des IREM.

- Une multiplicité des modes de **transmission des résultats des recherches** : formation directe ; rédaction d'articles de recherche, publications dans des journaux d'interface, publication de brochures, d'ouvrages, de ressources diverses, en papier et/ou en ligne ; mise à disposition d'ouvrages et de ressources dans des bibliothèques d'IREM ou universitaires, sur les sites des IREM ou du réseau (<http://www.univ-irem.fr/>) ;

Le réseau édite 4 revues à comité de lecture :

- *Repères IREM*, revue généraliste qui publie les travaux du réseau et édite des numéros spéciaux thématiques <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique23> ;
- *Grand N*, à l'intention des professeurs des écoles primaires et de leurs formateurs (gérée par l'IREM de Grenoble, <http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique13>) ;
- *petit x* à l'intention des professeurs du secondaire et de leurs formateurs (gérée par l'IREM de Grenoble, <http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique12>) ;
- *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, revue de recherche, (gérée par l'IREM de Strasbourg <https://mathinfo.unistra.fr/irem/publications/adsc/>).

Les ressources sur l'enseignement des mathématiques sont répertoriées sur le serveur "*Publimath*" (géré avec l'APMEP) <http://publimath.univ-irem.fr/> par la création de fiches de lectures et la mise en lien avec des versions numérisées disponibles des ressources. Pour les 50 ans du réseau, deux ressources anciennes ou récentes sont mises en valeur chaque semaine avec une diffusion électronique large (fil twitter et <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique513>).

- L'organisation de **conférences** locales, nationales (4 à 6 par an rassemblant 100 à 250 personnes chacune), voire internationales sur l'enseignement des mathématiques ou leur histoire (par exemple l'organisation de HPM 2016, conférence satellite de ICME Hambourg, par l'IREM de Montpellier (<https://hpm2016.sciencesconf.org/>); l'organisation ou la participation à de nombreux **événements** de diffusion et valorisation des mathématiques vers les scolaires et le grand public : semaine des mathématiques (annuel, national), quinzaine nationale de la fête de la science (annuel), année des mathématiques (en 2015 et en 2020), salons des jeux mathématiques, accueil de classes, stages et actions périscolaires...)

## 1.2 Un réseau en synergie

La synergie entre les différents IREM, ayant chacun leurs statuts, leur type d'insertion locale, et n'ayant pas de direction centralisée, est assurée par trois types d'assemblées réunissant des membres des IREM et des représentants d'autres instances.

- **L'Assemblée des Directeurs d'IREM (ADIREM)**. Elle réunit 4 fois par an les directeurs, le président du comité scientifique, et des représentants d'associations amies : Commission Française pour l'enseignement des mathématiques (CFEM), APMEP, Société Française de mathématiques (SMF), Société des Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI). Elle coordonne les aspects administratifs et politiques et représente les IREM auprès des instances nationales.
- **Le Comité Scientifique des IREM** (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique71>). Il est actuellement formé de 20 personnes, pour moitié représentant les IREM et pour moitié observateurs extérieurs (dont des non mathématiciens). Son rôle est d'observer l'activité du réseau, d'expertiser son travail, de dégager des perspectives et de contribuer à porter la parole des IREM. Il organise à chacune de ses réunions des débats sur des thèmes d'actualité concernant le réseau.
- **Les commissions Inter-IREM (CII)** (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique3>). Elles regroupent des membres de différents IREM sur des thèmes donnés, confrontent les travaux des IREM, incitent à des recherches spécifiques, produisent des ressources communes, organisent des conférences et des rencontres, et réfléchissent aux évolutions curriculaires et de les anticiper. Elles sont force de proposition grâce à leur expertise pour des actions nationales ou internationales. On compte actuellement 13 CII de plusieurs types (leur nombre et thématiques évolue régulièrement) :
  - 6 sont associées à un secteur du système éducatif : Collège, Lycée, Lycée Professionnel, Université, formation des enseignants du secondaire (CORFEM), formation des enseignants du primaire (COPIRELEM); Ces deux dernières organisent un colloque annuel de formation de formateurs ;
  - 3 travaillent sur des thématiques transversales : Épistémologie et histoire des mathématiques (qui organise un colloque un an sur deux), Didactique des mathématiques, Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) ;
  - 1 est spécialisée sur l'Informatique(CIII) (enseignée actuellement en grande partie par les enseignants de mathématiques) ;
  - 2 sont consacrées à la politique de diffusion des ressources et des activités du réseau : gestion du serveur *Publimath*, comité de la revue "*Repères IREM*";
  - la toute nouvelle Commission Internationale Inter-IREM.

Le nombre de CII évolue en fonction des besoins. La commission de popularisation des mathématiques (CII Pop'Maths) s'est arrêtée en mars 2019 suite à la parution de son ouvrage panoramath'7 cf 3.6. D'autres commissions devront prochainement être créées suite à l'ouverture grandissante des IREM à des groupes et des activités d'autres sciences (parfois sans mathématiciens).

Par ailleurs, le réseau (l'ADIREM ou les CII) organise chaque année 4 à 6 colloques nationaux ou internationaux auxquels participent les membres du réseau et des personnes extérieures pris en charge localement par un IREM. Ainsi en 2019, l'ADIREM organise le colloque du cinquantenaire à Besançon (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique512>), la CII épistémologie et histoire propose un colloque à Poitiers (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique158>, inscrit au plan national de formation des professeurs-PNF), les colloques annuels de la CORFEM et de la COPIRELEM, à Strasbourg et pour la première fois à Lausanne en Suisse (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique120> et <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique442>). En 2020 sont également prévus un colloque "enseignement des mathématiques et langues" à Clermont Ferrand et un colloque de la CII TICE à Marseille,.

Des actes des colloques sont publiés et mis en ligne sur le portail des IREM, accompagnés de certaines captations d'interventions.

### 1.3 Insertion dans le monde de l'enseignement des mathématiques

L'ADIREM est associée avec l'APMEP, les sociétés savantes de mathématiques, l'Académie des Sciences, l'Inspection Générale de mathématiques, et des associations nationales de promotion ou diffusion des mathématiques (Femmes & Maths <http://www.femmes-et-maths.fr/> <http://www.femmes-et-maths.fr/> et MATH.en.JEANS <http://www.mathenjeans.fr/> ) pour former la Commission Française pour l'Enseignement des Mathématiques (CFEM, <http://www.cfem.asso.fr/>, section française d'ICMI.

L'AMEP, qui a contribué à la création des IREM, continue à éditer ou coéditer certaines ressources issues des groupes. De nombreux échanges ont lieu lors des colloques des IREM et des "Journées de l'APMEP". Les IREM, grâce à leur structure universitaire et à leur ancrage local, organisent des colloques pour MATH.en.JEANS ou des actions spécifiques pour Femmes & Maths (cf 3.6). Il organise un challenge <http://irem.u-bourgogne.fr/challenge-graines-de-sondeur.html> aux côtés de la Société Française de statistiques (SFdS).

Les membres de l'Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques (<https://ardm.eu/>, ARDM) sont pour la plupart également membres de groupes IREM qui bénéficient de leurs connaissances théoriques et leur apportent un fort ancrage avec le terrain (cf 3.3).

Le réseau a été plusieurs fois associé à l'Académie des Sciences française pour des travaux ou colloques sur la formation des enseignants. En 2018, un colloque sur l'enseignement dans le premier degré (<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/65880/colloque-sur-l-enseignement-des-mathematiques-a-lecole-primaire>) a été conjointement organisé avec la fondation La Main à la Pâte ([www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)), émanation de l'Académie des Sciences, qui s'appuie localement ou nationalement sur l'expertise des IREM pour ses activités auprès des scolaires et en diffuse des ressources. Le réseau a participé aux travaux et nourri les rapports de la CREM (<http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/ressources/etudes/crem>, commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques), qui fut présidée par l'académicien Jean-Pierre Kahane, président du CS de 1999 à 2003 et fort soutien des IREM. Cette commission fut créée en 1999 par le Ministère de l'Éducation pour travailler en amont des programmes de mathématiques.

Les corps d'Inspection des enseignants de mathématiques (national comme régionaux) qui contribuent à l'élaboration des programmes et à la formation des professeurs, ont été fortement abondés par les membres des groupes des IREM, participant ainsi à l'irrigation du corps professoral par les travaux du réseau. Des ressources ont été coproduites par l'inspection générale et les IREM et ont ainsi un statut de ressource officielle <http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle.html>. Xavier Buff, alors Directeur de l'IREM de Toulouse, a participé aux travaux du Conseil Supérieur des Programmes qui a élaboré les programmes de 2015-2016 actuellement en vigueur dans le primaire et les collèges. Les IREM sont actuellement consultés avec la CFEM avant la mise en œuvre des nouveaux programmes de lycée.

Les IREM ont par ailleurs été auditionnés par la commission Villani-Torossian pour son rapport (février 2018, <https://www.education.gouv.fr/cid126423/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques>) sur l'enseignement des mathématiques, commandé suite aux mauvais résultats de la France dans les enquêtes internationales, qui a pointé à plusieurs reprises le rôle prépondérant des IREM dans la formation des enseignants. Un des membres de la commission, Christian Mercat, était alors directeur de l'IREM de Lyon. Plusieurs mesures proposées s'appuient explicitement sur les IREM, et en particulier les deux mesures mises en place actuellement : les référents mathématiques de Circonscription et les laboratoires de mathématiques des lycées, dont les fonctionnements reproduisent les groupes IREM. Les IREM sont particulièrement réactifs pour l'accompagnement de la mise en œuvre de ces deux mesures, et un certain nombre de ces nouvelles missions sont confiées à des membres de groupes IREM.

Enfin l'ADIREM fait partie du comité de pilotage de l'année des mathématiques 2020, mise en place par un accord entre le Comité National de la Recherche Scientifique, tutelles des laboratoires de recherche des universitaires des IREM, et le Ministère de l'éducation Nationale.

## 1.4 Un réseau ouvert et en évolution permanente et réactif sur les évolutions de l'enseignement

De part leur nature universitaire, les IREM sont des structures souples et autonomes. Ils ont su garder la dynamique militante de leur création et continuent à anticiper, critiquer et accompagner les perpétuelles évolutions, en particulier curriculaires (3 réformes en 10 ans), touchant l'enseignement des mathématiques en France. Le Conseil Scientifique, par ses débats, le réseau international, par la diversité de ses expériences, les CII et les groupes de recherche par leurs travaux, font la force des IREM face à ces évolutions.

Au cours des dernières années, ces évolutions ont en particulier porté sur : l'importance croissante accordée à la modélisation et à l'interdisciplinarité ; l'introduction puis la suppression de nombreuses notions de probabilités et statistique ; les changements répétés dans l'enseignement de la géométrie ; l'usage croissant et diversifié des technologies numériques ; la modification des modes d'évaluation des élèves ; l'amélioration de la prise en compte des besoins des filières professionnelles dont la place a augmenté ; l'introduction de l'algorithmique à tous les niveaux avant la création d'un enseignement et de postes de professeurs d'informatique ; les changements dans les habitudes de travail des professeurs (mise en place de conseils de cycles entre primaire et collège, création de laboratoires de mathématiques dans les lycées) et dans leur formation continue (mise en place de "référents mathématiques" prenant en charge la formation continue en petits groupes de besoin des enseignants du primaire).

Les évolutions actuelles (en particulier les deux dernières citées) issues du rapport Villani-Torossian (cf 1.3) et portant sur la formation continue des enseignants, et qui tentent de généraliser les groupes IREM dans un cadre plus localisé, sont largement accompagnées localement comme nationalement par les IREM, en tant qu'acteurs incontournables capables de faire le lien avec tous les professionnels touchés par ces modifications, et ayant une expertise sur leur adaptabilité. Anne Cortella et François Recher, directeurs des IREM de Montpellier et de Lille, ont par exemple participé à l'élaboration des vadémécums définissant les nouvelles missions de référents et la mise en place des laboratoires de mathématiques (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1511>).

Les IREM réagissent par ailleurs aux côtés de l'APMEP, et des sociétés savantes (SMF, SMAI, SFdS) au sein de la CFEM, interlocuteur incontestable du Ministère de l'Éducation Nationale, dans la mise en place des nouveaux programmes et dispositions d'enseignement en lycée : par exemple contre la quasi-absence des mathématiques dans le nouveau tronc commun, et pour rendre possible le choix d'un enseignement de mathématiques différent pour les élèves ne se destinant pas aux filières scientifiques.

Enfin, le réseau est très préoccupé par l'aggravation du caractère inégalitaire de l'enseignement français, en particulier en mathématiques, mis en évidence par les évaluations internationales, et aussi sur la désaffection grandissante pour les études scientifiques et le manque d'étudiants en mathématiques se destinant aux carrières d'enseignement. En plus de la recherche sur ces sujets, il développe des actions de diffusion et de valorisation des mathématiques et des carrières scientifiques à destination des plus jeunes, et en particulier ceux de faible niveau social.

## 2 Synthèse de la candidature

Créé il y a 50 ans, le réseau des IREM (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) est rapidement devenu un acteur incontournable et reconnu de l'enseignement des mathématiques en France, pour tous les niveaux scolaires. Aujourd'hui, il y a 27 IREM en France et des structures similaires dans au moins 9 autres pays. Bien que des structures du même type n'aient jamais été créées pour d'autres disciplines en France, les IREM travaillent de plus en plus sur l'interdisciplinarité, ainsi que sur les disciplines des STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Ce sont des structures universitaires, proches des départements de recherche en mathématiques mais autonomes, avec trois missions principales : la recherche, en particulier la recherche-action sur les questions issues de la pratique et des évolutions curriculaires, les activités de développement professionnel basées sur ces recherches, la production et la diffusion des connaissances mathématiques et des ressources pour l'enseignement et la formation des enseignants.

Leur fonctionnement repose sur des principes initiaux originaux qui ont permis leur réussite. Le plus important est le principe pionnier du travail collaboratif des enseignants et des mathématiciens de différents statuts, libérés de toute relation hiérarchique, au sein de groupes de recherche thématiques. Ces groupes sont créés pour répondre à un problème particulier et sont le lieu de rencontre de diverses expertises pendant plusieurs années : professeurs de mathématiques du primaire et/ou du secondaire, mathématiciens universitaires, historiens et didacticiens des mathématiques, formateurs d'enseignants. En 2018, les 27 IREM ont compté 263 groupes rassemblant 1830 membres (1/4 d'universitaires, et 65% d'enseignants du secondaire). Personne ne travaille à temps plein dans un IREM, et les travaux des IREM doivent beaucoup, et de plus en plus, au dévouement et au travail bénévole de ses membres. Ceux-ci constituent une communauté ouverte et mouvante car de nouveaux groupes sont régulièrement créés tandis que d'autres terminent leurs projets. La participation aux activités de l'IREM demeure le mode essentiel du développement professionnel des enseignants de mathématiques, ainsi que de la professionnalisation des formateurs d'enseignants, dont beaucoup, comme pour les membres des inspections, sont issus de ce système. Les IREM ont joué un rôle majeur dans l'émergence de ce que l'on appelle l'école française de didactique des mathématiques, dont ils ont constamment accompagné et influencé le développement, tout comme l'émergence et le développement en France d'une forte communauté de recherche en histoire et épistémologie des mathématiques, très active dans le groupe HPM, affilié à ICMI.

Le réseau est administré par l'Assemblée des Directeurs d'IREM, chargée des relations avec les institutions partenaires, notamment les ministères de l'éducation et de la recherche. Le Comité Scientifique du réseau expertise le travail et en dégage les perspectives. Les 13 Commissions inter-IREM rassemblent des représentants de différents IREM sur des thèmes spécifiques, organisent le travail collectif, les actions nationales et les publications. Les contacts internationaux du réseau s'étendent et ont abouti à la création d'une commission internationale. Toute cette organisation permet de cumuler les forces des IREM, et de bénéficier globalement de leurs actions respectives. La large diffusion des travaux et des résultats du réseau est appuyée par ses publications, dont quatre revues largement diffusées et reconnues par les agences nationales. En 2018, le réseau IREM a organisé environ 200 actions locales de formation, pour 5 000 participants, des séminaires réguliers, 4 congrès nationaux, et a contribué à de nombreux événements organisés par des partenaires ou les ministères. Il a publié des 7 revues, 10 livres ou actes de conférences, plus de 95 ressources pour l'enseignement et la formation des enseignants, sur papier ou en ligne, et a créé 4 000 fiches de lecture. Ses travaux sont maintenant numérisés et en ligne.

En 50 ans, les IREM ont du constamment défendre leur structure et leur point de vue original sur l'enseignement des mathématiques, à la fois comme domaine de recherche et de pratique, et leur conception collaborative du développement professionnel. Grâce à la mobilisation de nombreux acteurs et à la solidarité à l'intérieur du réseau, ils ont toujours réussi à surmonter les obstacles et ont survécu. Ils sont aujourd'hui une structure dynamique et mature, se remettant constamment en question mais encouragée par sa reconnaissance nationale et internationale à poursuivre dans cette direction.

### 3 Compte-rendu sur la génèse et la diffusion du travail et sur le rôle des personnes impliquées

Les IREM sont nés du fort besoin de formation continue des enseignants de mathématiques crée dans les années soixante par la massification de l'enseignement secondaire et la réforme des «maths modernes» (influencée par Bourbaki), sous l'impulsion déterminante de l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public) qui avait commencé un travail d'élaboration et de diffusion de ressources sur les branches «modernes» des mathématiques jusqu'alors étrangères à la culture des enseignants. La création des IREM, avec les principes fondateurs énoncés en 1.1 a permis d'institutionnaliser, massifier et pérenniser ces actions. Le réseau continue et dans de plus en plus de domaines, à élaborer des ressources sur l'enseignement des mathématiques, voire des sciences, et à organiser leur dissémination, en proposant aux enseignants nombre de possibilités de formation et de développement professionnel.

L'influence des IREM revêt des formes multiples : la recherche dans les groupes de travail et les CII et la diffusion de proximité de leurs travaux ; les publications élaborées dans les IREM ou dans le réseau ; les liens forts avec la recherche en didactique, épistémologie et histoire des mathématiques ; l'impact sur la formation initiale des enseignants ; l'implication du réseau dans l'élaboration et la critique des curricula ; les actions de popularisation des mathématiques ; les contacts internationaux ; l'ouverture vers les autres sciences. L'ensemble de ces actions implique une grande quantité de personnes, universitaires, professeurs, formateurs des enseignants, membres des corps d'inspection. Nous donnons en fin de cette section leurs rôles et présenterons quelques «personnes-clefs» parmi tant d'autres acteurs.

#### 3.1 Les groupes de travail : lieu principal d'élaboration des travaux et de leur diffusion de proximité

Les recherches sur l'enseignement des mathématiques menées dans les IREM sont effectuées dans des groupes de travail, dont les participants (nommés "animateurs") sont des enseignants (du primaire, du secondaire) et des chercheurs en mathématiques, en didactique, histoire ou épistémologie des mathématiques, mais aussi des enseignants et chercheurs dans d'autres disciplines (informatique, sciences physiques, technologie, biologie, économie, français, philosophie...). Ces groupes peuvent être considérés comme des lieux de formation et de développement professionnel de l'ensemble de leurs membres. Les recherches donnent lieu à de nombreuses publications locales ou nationales (cf 3.2).

En 2018, les 27 IREM ont organisé l'activité régulière de 1 840 "animateurs" répartis dans 263 groupes de travail, pour la plupart en sus de leur service d'enseignement, et très peu rémunérées : professeurs des écoles, des collèges et lycées (environ 65% à 70%) et des universités (environ 20%). Les 13 Commissions Inter-IREM (CII, cf 1.2) ont regroupé 219 de ces animateurs afin d'organiser, répartir, échanger sur les travaux des groupes et produire des ressources de synthèse ou originales.

Les stages de formation continue proposés aux enseignants dans les IREM sont animés par les membres des groupes, ce qui assure leur qualité scientifique et pédagogique. Ils peuvent s'appuyer sur les nombreuses publications issues des travaux de leur groupe ou d'autres groupes, de leur IREM ou d'autres IREM, ainsi que sur les travaux de synthèse émanant des CII (brochures, ouvrages, actes de colloques), et sur les travaux des didacticiens ou épistémologues du réseau (cf 3.3).

En 2018, 330 journées de stages ont touché 5 000 stagiaires pour un total de 14 000 demi-journées de formation de stagiaire (dJFS), soit 7% des professeurs du secondaire, moins de professeurs du primaire. Certains IREM prennent aussi en charge la préparation aux concours de changement de corps (12 préparations en 2018 pour 300 participants et 7 500 dJFS).

  ces stages s'ajoute la formation assurée lors des colloques ou séminaires nationaux et locaux, à l'initiative des IREM, de l'ADIREM (Assemblée des Directeurs d'IREM, 1.2) ou des CII, ainsi que lors

de cycles de conférences. En 2018, six colloques nationaux pour 13 jours ont rassemblé 644 congressistes (3 600 dJFS) et plus d'une cinquantaine de conférences et séminaires ont été aussi organisés.

On doit signaler ici que la demande des enseignants, qui apprécient fortement la formation dispensée par les IREM, ainsi que l'encadrement disponible dans ceux-ci, permettrait d'assurer un plus grand nombre de journées de stages. Mais les moyens accordés par l'administration pour la formation continue sont en constante diminution, et les stages IREM souvent annulés en cas de réforme curriculaire. Souvent ne sont accordés que des stages de courte durée (1 ou 2 jours, ou en ligne) alors que leur contenu nécessiterait une plus longue durée pour permettre un meilleur impact. Le réseau des IREM fait campagne, avec l'aide d'autres instances, en particulier l'APMEP et l'Académie des sciences, qui en a fait un objectif prioritaire, pour augmenter fortement l'offre de formation continue à l'intention des enseignants. Néanmoins des formations en ligne (mooc, m@gistère) qui reprennent les stages sont proposées en lien avec les IREM pour disposer de temps plus long : par exemple le mooc e-fan à l'IREM de Lyon avec l'ENS (<https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:ENSDeLyon+14003+session05/about>).

Le rapport de la commission Villani-Torossian (cf 1.3) a d'ailleurs pointé ce manque de formation continue en France, et proposé plusieurs mesures dont certaines s'inspirent à la fois des groupes IREM et des lesson-studies, et s'appuient sur les IREM (cf mesures 15-16-27-28).

## 3.2 Les publications des IREM

Dès leur création en 1969, les IREM ont eu une politique active d'édition. Il était peu courant alors, que des professeurs soient incités à participer à des rédactions sur des travaux touchant à leur enseignement ; ce fut l'une des originalités fondatrices des IREM que de les impliquer dans des groupes de travail, accompagnés par des animateurs habitués aux exigences de la rédaction scientifique, avec pour objectif de publier des brochures ou des articles issus de ces travaux, à l'usage de leurs collègues. La masse des travaux ainsi rassemblés dans les IREM est considérable. Ils ont eu un rôle formateur lors de leur parution et constituent une source documentaire d'un grand intérêt.

Les publications des IREM s'adressent tant aux enseignants de mathématiques (des premier et second degrés, d'enseignement général ou professionnel, d'enseignement supérieur), qu'aux formateurs d'enseignants, aux chercheurs en didactique, histoire ou épistémologie des mathématiques. Elles sont utilisées par les étudiants dans leur formation initiale professionnelle ou pour leur initiation à la recherche. Elles présentent de l'intérêt pour toute personne concernée par la pédagogie ou les recherches en éducation. Les thématiques abordées sont très diverses et reflètent la grande variété des missions des IREM sur l'enseignement des mathématiques et des sciences de la maternelle à l'université : rapports sur des activités en classe, histoire des mathématiques, popularisation des mathématiques, connexions avec les autres disciplines. . .

Voici une classification des productions des IREM, avec une information sur leur nombre pour 2018 :

- "Brochures" (20 en 2018) de 50 à 100 pages ; utilisées par exemple pour publier les travaux d'un groupe de travail dans un IREM ; Citons celles de Poitiers dont l'une est présentée dans ce dossier ([http://irem2.univ-poitiers.fr/portail/index.php?option=com\\_content&view=article&id=180&Itemid=197](http://irem2.univ-poitiers.fr/portail/index.php?option=com_content&view=article&id=180&Itemid=197)).
- "Ouvrages" (11 en 2018) ; utilisés par exemple pour publier les travaux d'une CII autour d'un thème de travail qu'elle s'est fixé ou bien pour publier des actes de colloques ;
- "Articles" (48 en 2018), dont certains publiés dans les revues du réseau (cf ci-dessous), ou dans des revues de sociétés de la CFEM, utilisés pour publier synthétiquement la production d'un groupe de travail ou de certains de ses membres sur tout ou partie de leur travail.
- Des centaines de "Documents de travail" par an qui sont souvent en version numérique accessibles en ligne sur le site d'un IREM ; leurs contenus témoignent de l'évolution du travail au sein d'un groupe d'animateurs ; ils sont un entraînement à l'écriture et tiennent lieu de pré-publication.

Ces travaux sont référencés par la CII *Publimath* et son moteur de recherche, commune aux IREM et à l'APMEP, qui établit pour chaque production une fiche qui renseigne sur les références éditoriales et le contenu du document, et fournit si possible un lien vers une version téléchargeable du document (<http://publimath.univ-irem.fr/>). *Publimath* référence aussi toutes les publications qui lui sont signalées comme pouvant avoir une utilité concernant l'enseignement des mathématiques dans le monde francophone. Sur les 29 000 fiches établies par *Publimath*, 8 250 proviennent des IREM, parmi lesquelles environ 3 000 sont des brochures ou ouvrages ; environ 600 pour l'enseignement élémentaire, plus de mille pour le collège, de même pour le lycée. Elles comprennent également environ 100 vidéos et aussi des chapitres dans des actes de colloques, des articles de journaux et différents textes disponibles sur les sites de différents IREM. En moyenne, depuis sa création, chaque IREM a publié 90 brochures ou livres, 150 articles de journaux et 300 ressources autres (situations pour la classe, cours en ligne, vidéos...).

Certaines ressources antérieures ont été revisitées récemment : soit pour les retravailler avec l'Inspection Générale de Mathématique (<http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle.html>) pour en faire des ressources officielles ; soit pour les remettre à l'honneur pour le cinquantenaire des IREM par la publication de brèves hebdomadaires reliant une production ancienne et une récente, ou en regard de l'actualité de l'enseignement des mathématiques <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique513>. À ces publications s'ajoutent des logiciels, des ressources vidéo (par exemple celles de l'IREM de Paris <https://irem.univ-paris-diderot.fr/videos-de-lirem-de-paris>). Plusieurs thèses par an sont nourries par le réseau et soutenues par ses membres.

Les publications du réseau des IREM ont été numérisées et sont accessibles soit en version papier, soit en version numérique en accès libre en ligne sur les sites des IREM, des CII ou par *Publimath*. Les "brochures" et "ouvrages" sont édités par l'IREM lui-même, dans le cadre d'une collection au sein d'un service de presses universitaires (celles de Franche-Comté (PUFC) ou de Limoges (PULIM)) ou par des éditeurs privés (ouvrages des CII pour une diffusion plus large).

Les 4 revues du réseau des IREM ci-dessous ont une reconnaissance nationale par le Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES, <http://www.aeres-evaluation.fr/>) qui les a classées soit dans la catégorie "Interfaces" pour les trois premières, soit, dans la catégorie "Revue de recherche" pour la dernière. Elles sont numérisées et librement accessibles depuis leurs sites internet dans un délai de deux à trois ans après leur publication. Ce sont des outils de formation initiale et continue des enseignants, de formation de formateurs et pour la recherche.

- *Repères IREM* (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique24>), créée en 1990, 114 numéros = 4 par an, 1007 articles publiés. Elle a pour vocation de servir d'interface entre la communauté des chercheurs, au niveau national ou dans les pays francophones. Elle informe les acteurs du milieu éducatif mathématique, mais aussi des disciplines voisines, des travaux et de la réflexion menés en commun entre praticiens et chercheurs, dans les classes ou en formation des enseignants (du premier, du second degré ou du supérieur). Elle privilégie les questions actuelles qui traversent les communautés enseignantes : démarches d'investigation, interdisciplinarité, prise en compte pédagogique du handicap, évaluation par compétences, etc, qu'elles aient trait aux grands débats ou plus simplement aux applications concrètes.
- *Petit x* (<http://www-IREM.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique25>), créée en 1983, 107 numéros  $\simeq$  3 par an,  $\pm 10$  articles par numéro, 1082 articles ; éditée par l'IREM de Grenoble, parrainée par l'ARDM (cf 1.3) et l'ADIREM. C'est une revue de didactique des mathématiques et d'analyse des pratiques enseignantes au niveau de l'enseignement secondaire ou des transitions (primaire/collège, collège/lycée, secondaire/post-baccalauréat). Elle diffuse des recherches, réflexions, analyses et comptes-rendus de travaux et d'activités. Les articles publiés contribuent à ce que cette recherche et les pratiques enseignantes se nourrissent mutuellement. *Petit x* poursuit également des échanges internationaux dans le monde francophone dans le domaine de la didactique des mathématiques, avec l'aide des membres étrangers de son comité de rédaction. Elle laisse la place aux articles écrits par de jeunes chercheurs francophones qui y publient des articles en nombre significatif.

- *Grand N* (<http://www-IREM.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique13>), créée en 1973, 103 numéros  $\simeq$  2 par an,  $\pm 12$  articles par numéro (1884 au total) et des rubriques ; publiée par l'IREM de Grenoble, soutenue par la CII COPIRELEM (cf 1.2). Initialement consacrée à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire, elle s'enrichit depuis 1990 de l'apport des autres disciplines scientifiques, et est la seule revue française spécialement dédiée aux sciences dans l'enseignement élémentaire. Son comité de lecture représente tous les corps de formateurs des enseignants du primaire.

Cette revue se situe à l'interface entre le champ de la recherche et celui des pratiques professionnelles. Les contenus, ancrés dans la recherche sur l'enseignement des mathématiques et des sciences et dans la formation des enseignants, visent à en faire un réel outil au service des enseignants et des formateurs, en élargissant leur champ de possibles en terme de situations de classe et par des études sur la transition école/collège, ainsi que par des situations transposables au collège.

- Les *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, créée en 1988, 23 numéros, 6 articles par numéro (<http://mathinfo.unistra.fr/IREM/publications/ADSC/#c62294>) ; c'est une revue annuelle de l'IREM de Strasbourg. Elle publie recherches propres à développer et à stimuler la réflexion sur l'enseignement des mathématiques en direction de tous les types de publics (écoliers, lycéens, étudiants et adultes en formation) : recherches concernant la formation initiale et continue des enseignants ; sur l'enseignement dans des contextes socio-culturels variés ; alliant cadre théorique didactique et expérimentation dans le cadre d'un enseignement ; synthèses des recherches menées dans un domaine particulier. Les domaines théoriques de référence sont issus de la didactique des mathématiques mais peuvent aussi prendre appui sur la psychologie cognitive et sur la linguistique.

Certains IREM publient ou ont publié également un journal à portée plus locale : par exemple Feuilles de vigne (IREM de Dijon, 130 numéros, jusqu'à 2014) ou l'Ouvert (IREM de Strasbourg, jusqu'en 2010, 118 numéros, 606 articles). Enfin, le groupe GREMA (cf 3.7) de l'IREM de Paris diffuse sa lettre qui est devenue le journal de la toute nouvelle Commission Internationale Inter-IREM (cf <https://irem.univ-paris-diderot.fr/la-lettre-de-grema>).

Par ailleurs, de nombreux manuels d'enseignement tirent parti, en les adaptant ou non, des activités élaborées dans les IREM, et la production des IREM apparaît fréquemment dans des revues relevant de partenaires : *MathemaTICE*, éditée par *Sésamath* (<http://revue.sesamath.net/>) ; *Recherches en Didactique des Mathématiques* (<http://rdm.penseesauvage.com/>), par l'ARDM ; le *Bulletin Vert* (<http://www.apmep.fr/-Le-Bulletin-Vert>) et *Au Fil des Maths* par l'APMEP (<http://www.apmep.fr/-PLOT>) ; *Educmath*, par l'IFE (Institut Français de l'Éducation) <http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath>.

### 3.3 Impact sur les recherches en didactique, épistémologie et histoire des mathématiques

La recherche en didactique des mathématiques a émergé en France dans les IREM et ces derniers ont profondément influencé son développement. Les travaux que Guy Brousseau a menés pendant plusieurs décennies au COREM, créé à son initiative par l'IREM de Bordeaux, en sont une illustration particulièrement emblématique (cf interview <http://www.cfem.asso.fr/cfem/ICME-13-didactique-francaise>). Ils ont nourri le développement de la théorie des situations didactiques. De la même façon, ceux de Régine Douady, à l'IREM de Paris, ont porté le développement de la dialectique outil-objet et des jeux de cadre, ceux d'Yves Chevallard à l'IREM de Marseille, celui de la théorie de la transposition didactique, ceux de Raymond Duval à l'IREM de Strasbourg, celui de sa théorie sémiotique, et ceux conjoints de Michèle Artigue à l'IREM de Paris, Jean-Baptiste Lagrange à l'IREM de Rennes et Luc Trouche à l'IREM de Montpellier, celui de l'approche instrumentale de l'intégration technologique. Régine Douady a été présidente de l'ADIREM et Michèle Artigue présidente du CS.

Les IREM ont profondément influencé la recherche didactique menée en France par leurs modes de fonctionnement et leurs valeurs. Ils permettent aux didacticiens de garder un contact étroit avec la communauté mathématique et nourrissent la sensibilité épistémologique reconnue de cette recherche. Ils assurent aux didacticiens un contact effectif avec le terrain de l'enseignement, celui de la classe, qui se reflète dans leurs problématiques, leurs constructions théoriques, ainsi que dans l'importance méthodologique accordée très tôt à l'ingénierie didactique. Même lorsque l'institutionnalisation de la recherche didactique a conduit à la création de laboratoires de recherche spécifiques, hors de la structure IREM, dans un certain nombre d'universités, ces laboratoires ont gardé des liens étroits avec les IREM. Et lorsque l'universitarisation de la formation initiale des enseignants (cf 3.4) a fait migrer de nombreux didacticiens vers les nouveaux instituts de formation, les liens avec les IREM sont restés forts. En témoigne la pérennité des deux CII COPIRELEM et CORFEM (cf 1.2) dédiées à la formation initiale des enseignants. Plus généralement, le séminaire national de didactique, la CII Didactique et l'organisation des chercheurs en didactique autour de l'ARDM (cf 1.3) ont toujours travaillé de façon très rapprochée. Cet impact sur la recherche est prolongé par d'autres institutions (par exemple l'Institut Français de l'Éducation - IFE) dont les membres peuvent également travailler dans les IREM.

Les IREM ont également porté une vision collaborative et non hiérarchique du travail entre enseignants et chercheurs. Leur existence a permis une percolation des travaux de recherche au sein des praticiens qui n'a probablement pas d'équivalent dans d'autres disciplines en France. L'implication des IREM dans la formation continue des enseignants a évidemment été essentielle tout comme le travail de recherche appliquée et de transposition des acquis de la recherche plus fondamentale, réalisé au sein des groupes IREM et des Commissions inter-IREM, et irrigant les formations que les IREM proposent, et par conséquent les formations initiales d'enseignants de mathématiques (cf 3.4).

Dès leur création, les IREM ont également pris en compte le besoin que les enseignants de mathématiques acquièrent une culture, qui leur faisait souvent défaut, sur l'histoire de leur discipline et qu'il leur soit fourni des outils et ressources pour faire bénéficier leurs élèves de cette culture. Des groupes de travail spécifiques sur ces questions ont ainsi été créés très tôt dans de nombreux IREM : le mathématicien et historien Jean-Luc Verley (IREM de Paris) qui, dès ses débuts, a voulu proposer aux enseignants et aux élèves l'étude de textes mathématiques originaux ; ou par Jean Dhombres (IREM de Nantes, dont il fut directeur, et président du CS des IREM), avec le souci de soutenir, à travers le travail historique, des approches pluridisciplinaires et une réflexion épistémologique.

Ainsi s'est développée au sein des IREM une recherche spécifique visant à soutenir l'introduction d'une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques de l'école à l'université. Dès 1975, sous la responsabilité d'Evelyne Barbin (IREM de Nantes), la CII "Epistémologie et histoire de Mathématiques" a coordonné ces travaux, devenant rapidement et durablement l'une des plus importantes commissions du réseau, et l'est encore aujourd'hui. Elle s'attache à faire connaître les travaux historiques et en épistémologie des IREM au public des enseignants de mathématiques, mais aussi de sciences physiques et de philosophie, ainsi qu'à un public élargi d'étudiants et d'amateurs de mathématiques, à travers les colloques qu'elle organise tous les deux ans sur un thème spécifique <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique158>. Les universités d'été que la commission a initiées en 1984 <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique159> sont ensuite devenues des universités d'été européennes qui alternent avec les colloques du groupe History and Pedagogy of Mathematics (HPM) affilié à ICMI. Evelyne Barbin a présidé le groupe HPM de 2008 à 2012. Thomas Hausberger et Anne Cortella ont organisé la conférence HPM 2016 à l'IREM de Montpellier <https://hpm2016.sciencesconf.org/>.

Les travaux de la CII et plus largement des IREM dans ce domaine ont donné lieu à de très nombreuses publications locales et nationales : monographies sur des thématiques intéressantes l'enseignement des mathématiques ou regroupant des expériences d'insertion de leur histoire dans l'enseignement, recueils de textes anciens commentés... Au total la Commission inter-IREM elle-même a publié une trentaine d'ouvrages, édités par les IREM, par l'Institut National de Recherche Pédagogique, par des

Presses universitaires ou chez des éditeurs privés. Ces travaux sont internationalement reconnus, grâce notamment à la participation active des membres de la commission aux universités d'été européennes et colloques HPM. L'ouvrage *Passerelles : enseigner les mathématiques par leur histoire en Cycle 3* (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique505>) vient de recevoir le "prix du livre de l'enseignement scientifique" 2019 de l'Académie des Sciences. La CII a également édité l'ouvrage *Let history into the classroom* présenté dans ce dossier.

### 3.4 Impact sur la formation initiale

La formation continue des enseignants a été la mission première des IREM, mais ils se sont trouvés aussi impliqués dans la formation initiale des futurs professeurs des écoles primaires ou de l'enseignement secondaire : en 1990, quand cette formation a été restructurée dans des Instituts Universitaires autonomes (IUFM), il a même été envisagé d'y intégrer les IREM en tant que leurs laboratoires de recherche. Les IREM ont souhaité alors demeurer dans les universités, au plus près des mathématiciens, afin de maintenir leur principe fondateur d'interaction étroite avec la recherche mathématique. Mais les IUFM ont majoritairement recruté leurs formateurs en mathématiques parmi les animateurs IREM, qui ont pu ainsi marquer la formation initiale des enseignants, dont certains sont venus ensuite à leur tour, une fois en exercice, travailler dans un IREM. Cette symbiose a été facilitée quand, en 2006, les IUFM ont été intégrés chacun dans une université, puis en 2013, les IUFM ayant cédé la place aux ESPE, puis en 2019 aux INSPE (Écoles Supérieures, puis Instituts Nationaux Supérieurs du Professorat et de l'Éducation), avec un poids grandissant de la recherche dans la formation initiale. Une grande attention est portée à la pérennité de l'implication des IREM dans la nouvelle organisation des études des futurs enseignants ; l'ADIREM s'y emploie avec le Réseau National de ces structures.

La recherche, l'analyse de l'état des lieux, l'expérimentation et la réflexion critique sur la formation des formateurs d'enseignants des premier et second degré sont assurées dans le réseau des IREM par la CII COPIRELEM, créée dès 1975 pour le premier degré, et la CII CORFEM créée en 1993 pour le second degré. Ces CII organisent chacune annuellement un colloque de formation de formateurs, accueilli par un IREM (cf <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique442> et <http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique120>). Ces colloques sont actuellement au Plan Nationale de Formation des enseignants.

Un rôle essentiel des IREM auprès des futurs enseignants est de les convaincre du besoin de l'approfondissement de leur culture et de leur pratique du métier tout au long de leur carrière ; ils les y invitent en particulier en leur facilitant l'accès à ses ressources documentaires (sites internet, bibliothèques...), en les initiant à les utiliser et plus généralement en leur offrant en cadre adapté à l'alliance de la recherche et de l'activité professionnelle.

### 3.5 Influence sur les curricula

Depuis leur création, les IREM ont été associés aux réformes curriculaires qui ont été successivement menées. Cette association a pris des formes diverses et complémentaires avec notamment :

- le rôle moteur des IREM dans la création et l'animation, à partir des années 1980, des commissions nationales de réflexion successives pour penser à long terme l'évolution de l'enseignement des mathématiques : la plus connue est la CREM (<http://smf4.emath.fr/en/Enseignement/CommissionKahane/>, dite "Commission Kahane", du nom de son président, l'académicien Jean-Pierre Kahane, ancien président d'ICMI et président du comité scientifique des IREM de 1997 à 1999).
- la participation régulière d'animateurs IREM de l'enseignement secondaire et supérieur aux groupes d'experts en charge de rédiger les programmes de mathématiques, voire la direction de ces groupes, et les avis systématiquement transmis par le réseau sur les projets élaborés (cf 1.3) ;
- l'interaction privilégiée de l'administration de l'éducation nationale avec certaines CII : les CII Lycée et Lycée Professionnel au sein d'un groupe interdisciplinaire scientifique pour la réforme en

- cours ; la COPIRELEM pour la mise en place actuelle de la formation universitaire des futurs enseignants <http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1456> en amont de leur formation professionnelle ;
- l'expérimentation des projets de programmes confiée aux IREM : la série des *Suivis Scientifiques* a été accessible aux enseignants dès la mise en place des programmes du collège en 1985 ;
  - la mise en place systématique de formations pour soutenir les évolutions curriculaires, la production associée de documents ressources pour les enseignants et l'accompagnement des changements de fonctionnement du système scolaire : par la CII probabilité pour la statistique au lycée en 2000 et les probabilités en 2009 ; dernièrement par les documents officiels issus des travaux des IREM retravaillés avec l'Inspection Générale (cf 1.3) ; par la CII Épistémologie et Histoire et les groupes pluridisciplinaires des IREM pour l'introduction progressive depuis 2009 de travaux interdisciplinaires au lycée puis au collège ; par les IREM pour la création des laboratoires de mathématiques en lycée actuellement ;
  - une attention vigilante à l'évaluation des conséquences des curricula et de l'environnement éducatif, incluant un soutien à EVAPM (<https://www.apmep.fr/-Observatoire-EVAPM->), structure d'évaluation mise en place par l'APMEP.

Les travaux pionniers des IREM ont d'ailleurs souvent directement influencé les réformes curriculaires : en 1981 l'évolution profonde de l'enseignement de l'analyse au lycée est portée par les travaux de la CII Analyse : pour l'introduction actuelle de perspectives historiques dans l'enseignement des maths ; pour l'intégration technologique avec la participation au développement de nombreux logiciels dédiés aux mathématiques (Cabri-géomètre, Géoplan et Géospace, puis Dgpad, ou Xcas). De nombreux travaux d'expérimentation et de recherche sont menés dans les IREM autour des technologies informatiques et numériques, coordonnés nationalement par la CII TICE.

Les IREM accompagnent depuis 2009 l'introduction de l'algorithmique dans les programmes de mathématiques : de lycée, puis de primaire et de collège (2016). Cela a poussé à la création de nombreux groupes sur ce thème, qui ont travaillé avec les professeurs de technologie, ont proposé des formations (dont des Diplômes d'Université à Marseille et Grenoble). Un groupe algorithmique est né dans la CII lycée, puis en 2017 d'une CII Informatique (ou CIII), devant l'introduction en 2019 de nouveaux cours d'informatique au lycée, et l'annonce pour 2020 d'un nouveau statut de professeur d'informatique.

### 3.6 Actions de popularisation des mathématiques

En marge de leur activité principale de formation des enseignants, les IREM ont progressivement développé des activités de popularisation en direction des élèves, voire du grand public.

Vers les élèves, l'implication la plus connue des IREM s'effectue par les rallyes mathématiques régionaux (19 en 2018), mobilisant plusieurs centaines de classes et plusieurs dizaines de milliers d'élèves. Certains rallyes dépassent même les frontières : le Rallye Mathématique Transalpin, porté par l'IREM de Franche-Comté, a concerné en 2018 plus de 4000 classes, du niveau 3 (CE2) au niveau 10 (seconde) en Italie, Suisse Romande, Belgique, au Luxembourg. Les rencontres d'enseignants à l'occasion des rallyes sont aussi l'opportunité de développer des thèmes pour la formation continue des professeurs. Les problèmes proposés lors de ces rallyes et leur analyse ont conduit à la publication des "Panoramath", coordonnée par la CII Pop'Math (7ème volume en 2019, <http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1555>).

Les IREM coopèrent avec des enseignants et des associations pour des actions visant à donner aux élèves une autre vision de l'activité mathématique et encourager les études scientifiques chez les filles et dans les milieux sociaux modestes : le salon des jeux du Comité International des jeux Mathématiques (<https://www.cijm.org/>), le *Kangourou des mathématiques* (<http://www.mathkang.org/default.html>), les ateliers et congrès MATH.en.JEANS et les Journées ou actions Filles&Maths (cf 1.3). Ils proposent des stages Hippocampe (<http://www.irem.univ-mrs.fr/Hippocampe>) ou MathC2+ (<http://eduscol.education.fr/pid23341-cid54958/mathc2.html>) qui consistent en l'accueil d'élèves dans les laboratoires de mathématiques à l'université, pendant plusieurs jours consécutifs pour une initiation à la recherche avec des

chercheurs, avec ou en dehors de la classe ; les élèves réfléchissent sur des problèmes de mathématiques, expérimentent, discutent, débattent et présentent leurs travaux, comme des chercheurs. Initiés en biologie par l'INSERM, les stages Hippocampe ont été adaptés aux mathématiques depuis 2005 par l'IREM d'Aix-Marseille (15 stages par an) et maintenant à Brest, Lyon, Toulouse...

Les IREM participent à des actions nationales annuelles de diffusion des mathématiques et de leurs applications : "Fête de la science" (quinzaine pluridisciplinaire scientifique grand public et scolaires), "Semaine des mathématiques" (sous l'égide du ministère de l'éducation nationale). En 2015, "année des mathématiques pour la planète terre", les IREM ont produit des ressources autour de ce thème (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique290>) et les forums "Mathématiques Vivantes" ont été organisés à Paris, Lyon et Marseille, en appui sur ces trois IREM, avec une organisation coordonnée par Michèle Artigue, alors présidente du CS des IREM, et Cédric Villani (<http://www.cfem.asso.fr/actualites/forum-mathematiques-vivantes>). Trois autres forums ont eu lieu en 2017 à Lille, Rennes et Lyon. Ces forums ont mobilisé plusieurs centaines d'enseignants et de chercheurs et accueilli de très nombreux visiteurs. Les IREM participent pour 2019-2020 au comité de pilotage de l'année des mathématiques, initiée par le CNRS pour ses 80 ans, organisée conjointement avec le MEN (<http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/annee-des-mathematiques-rapprocher-chercheurs-et-enseignants>), et dont un des points forts sera un colloque de 3 jours à Lyon regroupant 3000 enseignants.

Cinq expositions ont par ailleurs été créées par les IREM, attirant des enseignants avec leurs élèves et le grand public : l'exposition *Regards sur les mathématiques- Itinéraires méditerranéens* (<http://www.irem.univ-mrs.fr/expo2013/english.html>, l'IREM d'Aix-Marseille) a été traduite en anglais pour HPM2016 ; l'IREM de Grenoble conçoit les animations et expositions du musée *La grange des maths* (<https://www.echosciences-grenoble.fr/articles/la-grange-des-maths>) ; l'IREM de Montpellier diffuse l'exposition "why mathematics?" créée sous l'égide de l'UNESCO avec la participation de ICMI..

Enfin les IREM sont fortement associés à d'autres acteurs de la médiation scientifique et de la promotion de sa culture. Le consortium *Animath'* (<https://www.animath.fr/>) a participé à la CII Pop'math, tout comme la société *Plaisir Maths* (<https://www.plaisir-maths.fr/>). Plusieurs groupes de travail sont communs depuis 2017 entre des IREM et le site *CultureMath* de l'ENS Paris et de l'Inspection générale (<http://culturemath.ens.fr/>) qui diffuse de la culture à destination des professeurs. Certains membres du comité éditorial de *Image des Maths* (<http://images.math.cnrs.fr/>) (site CNRS tout public) sont issus du réseau.

### 3.7 Le réseau international

Dès les années 70 les IREM ont noué des collaborations avec des universités à l'étranger développant la formation des enseignants, afin de valoriser des structures sur leur modèle dans ces universités : d'abord en Afrique Francophone avec la naissance d'un IREM à Madagascar, puis à Dakar (Sénégal, <https://irempt.ucad.sn/>), devenu IREMPT (Mathématiques, Physique, Technologie) ou encore à Niamey au Niger. Actuellement encore des structures de type IREM tendent à s'ouvrir : l'IREM/UPC à l'Université Pédagogique Nationale (UPN) de Kinshasa (République Démocratique du Congo) en 2014, avec l'appui du groupe GREMA de l'IREM de Paris (Groupe de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques en Afrique, <https://irem.univ-paris-diderot.fr/groupe-irem/>). D'autres sont nés en Amérique Latine : l'IREM de Lima (Pérou, <http://irem.pucp.edu.pe/>), qui a des échanges privilégiés avec l'IREM de Caen, a organisé son 9ème colloque international sur l'enseignement des mathématiques (2018).

Le réseau se développe avec pour objectif d'impulser des échanges de formateurs, de chercheurs sur l'enseignement des mathématiques et la création de ressources collectives. Le projet PReNumAC – Production de Ressources Numériques pour l'enseignement des Mathématiques au secondaire en Afrique Centrale (<http://prenumac.free.fr/>, 2012-2015) a visé la formation des enseignants aux usages des technologies pour l'enseignement (TICE), des outils en ligne, et à la didactique des mathématiques. Il a impliqué des enseignants en formation et des formateurs du Cameroun et de la République du Congo,

et produit un nombre important de ressources pour la classe de terminale. Il a été suivi de PReNum-AC micro (2017-2018) pour l'expérimentation de micro-serveurs pour l'accès des élèves sans connexion internet à des bases d'exercices en ligne, des ressources PReNum-AC et des logiciels pour la classe.

Deux rassemblements ont eu lieu visant à fédérer les activités dans les IREM ou dans des structures du même type. En 2016 à Strasbourg a eu lieu le colloque international "formation des enseignants de mathématiques, ici et ailleurs", avec 80 participants venant de plus de dix pays. Il marque la création du réseau international des IREM et a conduit à la création d'une liste de diffusion internationale et d'un télé-séminaire (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique455>). La lettre de GREMA est devenue celle du réseau international. L'Algérie s'est lancée depuis cette période dans la création d'IREM.

Une autre rencontre a eu lieu en 2018, en marge du colloque Espace Mathématique Francophone (<http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1478>), avec des interventions sur les actualités, les projets, les collaborations et les difficultés en Côte d'Ivoire, au Sénégal, à Madagascar, en Algérie, en République Démocratique du Congo ou encore au Brésil. En Hongrie a été créé un groupe IREM miroir d'un groupe de l'IREM Paris Nord, soutenu par l'Académie des Sciences de Hongrie. Des séminaires communs permettent aux animateurs des deux groupes de se rencontrer et développer des collaborations.

Les relations d'échanges de ressources, voire de formateurs entre les IREM et des structures équivalentes à l'étranger favorisent les actions de popularisation des mathématiques dans ces pays. L'IREM d'Aix-Marseille favorise actuellement le développement des stages hippocampe (voir 3.6) dans l'Unité Mixte Internationale IMPA-CNRS à Rio de Janeiro ou au département de mathématiques de l'Université de Rome (<http://www.lix.polytechnique.fr/Labo/Matteo.Acclavio/ProgettoHippocampe.html>).

### 3.8 Ouverture sur les autres sciences

Bien que reconnus au niveau national et international, aucune structure comparable aux IREM n'a été créée pour les autres sciences en France. Il a plutôt été décidé localement de confier aux IREM les tâches, sur les STEM en particulier, impliquant une relation étroite entre universitaires et monde scolaire (valorisation, actions de développement professionnel, lien lycée université).

Si le développement de groupes sur l'histoire et la philosophie des mathématiques, donc aussi des sciences, était naturel, c'est surtout en raison de modification des curricula de mathématiques et des liens devenus nécessaires avec les enseignants d'autres sciences que des groupes pluridisciplinaires scientifiques se sont créés dans les IREM (cf 3.5) : pour soutenir les travaux interdisciplinaires de recherche personnelle, au lycée puis au collège, ainsi que l'introduction de l'algorithmique puis de l'informatique dans les curricula. À l'instar de l'IREMPT de Dakar (3.7), quelques IREM ont alors commencé à faire apparaître les sciences dans leurs missions (par exemple avec la création d'un groupe pluridisciplinaire pour la formation initiale des enseignants de sciences à Montpellier), puis à devenir IRES (pour l'Enseignement des Sciences) : Toulouse et Orléans en 2015.

En 2016, le ministère de l'éducation Nationale a donné aux IREM des moyens supplémentaires pour créer des groupes de recherche d'autres sciences, en particulier pour palier aux difficultés de l'enseignement des sciences au lycée issues des programmes de 2009-2011. Ce sont maintenant 68 groupes pluridisciplinaires qui travaillent dans le réseau et 16 groupes sans mathématiciens ; des physiciens et/ou chimistes interviennent dans 37 groupes, des biologistes/géologues dans 13 et des informaticiens dans 31. Plusieurs Universités envisagent ainsi de demander à leur IREM de devenir IRES ou IREM&S, changement préconisé par la Conférence des Doyens d'Universités Scientifiques. L'IREM de Poitiers est devenu IREM&S en 2017. L'ancien IREM de Corse, qui avait disparu, va renaître comme un IRES. Une attention particulière est portée à garder l'âme des IREM dans cette importante évolution.

### 3.9 Rôles des personnes impliquées dans l'activité du réseau des IREM

Le fonctionnement du réseau des IREM est très décentralisé. Les présidents de l'ADIREM et CS (cf 1.2) ont une fonction importante de gestion, de coordination, de dialogue avec les autorités ministérielles, académiques et universitaires, et de représentation du réseau. Mais le réseau puise sa force de son accessibilité et de la multiplicité et de la diversité des personnes organisant ses activités : professeurs de tous niveaux, universitaires, chercheurs, formateurs d'enseignants. Leurs responsabilités peuvent prendre de multiples formes : organisation de groupes de recherche, de CII, de stages, responsabilité d'édition, coordination de l'information numérique, organisation de colloques et de séminaires, directeurs d'IREM, présence dans les conseils (d'IREM, au CS), médiation scientifique... On peut estimer à plusieurs centaines le nombre de ces personnes, et donc à plusieurs milliers depuis leur création.

Malgré la lourdeur des tâches, souvent assumées en surplus des activités d'enseignement ou de recherche et en dépit des difficultés matérielles qui se sont accumulées ces dernières années (baisse des subventions publiques, réduction des moyens dévolus par les universités, diminution des possibilités offertes par les rectorats pour la présence d'enseignants dans les groupes et les stages de formation continue...), il n'est jamais difficile de trouver des volontaires pour suggérer des thèmes de travail ou mettre en place des stages, tant est forte la conviction que les actions des IREM sont indispensables et la certitude que ces actions sont menées dans une grande liberté bien ancrée.

Nous avons choisi de faire figurer ici des "personnes-clefs" représentant cette diversité de l'ensemble des IREM plutôt que de retenir des critères de reconnaissance universitaires usuels. Nous présentons donc rapidement neuf personnes de statuts et rôles bien différents ayant eu dans la durée, et ayant encore, une influence incontestable dans différents secteurs d'intérêt du réseau.

**Michèle Artigue** - Professeur émérite à l'Université Paris-Diderot - Membre du réseau IREM depuis le début de sa carrière académique dans les années 70, elle a été impliquée dans diverses activités de l'IREM du primaire à l'université. Elles ont façonné sa vision de la recherche et de la pratique dans la didactique des mathématiques et sa production scientifique. Elle a été directrice de l'IREM de Paris de 1985 à 1988 et de 1999 à 2005, en charge de ses projets régionaux et nationaux, principalement sur les questions technologiques, membre du CS des IREM depuis 2004, et précédente présidente du CS. Elle a également contribué à la visibilité internationale du réseau et à sa participation à des activités de collaboration internationale, notamment avec l'Amérique latine et l'Afrique.

**Yves Ducel** - Maître de Conférences à l'Université de Franche-Comté (Besançon) - Impliqué dans les activités de l'IREM de Franche-Comté depuis 1991, il en a été Directeur de 1992 à 2000. Rédacteur en chef de la revue *Repères-IREM* et responsable de la Commission inter-IREM associée depuis 2002, il a également été directeur adjoint, puis directeur (de 2002 à 2012) des Presses Universitaires de Franche-Comté, et auteur de nombreux articles et livres sur l'enseignement et l'histoire des mathématiques. En 2011, sous l'égide de l'Inspection générale des mathématiques, il a participé à la production des ressources officielles pour l'enseignement des probabilités et de la statistique pour le lycée.

**Katalin Gosztonyi** - Professeure assistante à l'Eötvös Lorös Loránd Université de Budapest - Elle a effectué son doctorat en didactique des mathématiques en co-tutelle en France et en Hongrie, sur la comparaison des réformes de l'enseignement des mathématiques dans les deux pays au moment de la période des "maths modernes". Elle a alors commencé à participer aux activités du réseau des IREM : elle a contribué aux sessions de formation continue des enseignants et à la création du groupe d'Histoire et Epistémologie de l'IREM de Paris-Nord. Tout en continuant à participer aux activités de ce groupe à distance, elle a également créé un groupe de travail entre enseignants et chercheurs en Hongrie, miroir du précédent. Ses activités de recherche sont profondément influencées par le travail avec ces deux groupes.

**Maelle Jouran** - Professeur de mathématiques au collège - Membre de l'IREM de Rouen et de la Commission inter-IREM Collège depuis 2005, co-présidente de cette commission depuis 2013, elle a co-organisé plusieurs conférences nationales et co-édité la dernière publication de la CII : *Agrandir et réduire dans tous les sens*. Formatrice d'enseignants dans l'Académie de Rouen depuis 2006, elle

propose chaque année des formations au Plan Académique pour les enseignants de collège, basées sur les activités et ressources des IREM. Depuis 2018, elle contribue à la diffusion des ressources de ce réseau dans la formation initiale des enseignants.

**Hombeline Languereau** - Professeure Agrégée de mathématiques à l'Université de Franche-Comté (Besançon) - Membre de l'IREM de Franche-Comté depuis 1993, directrice de 2004 à 2007 et vice-présidente de l'ADIREM de 2005 à 2007, elle est membre de la Commission inter-IREM "Epistémologie et histoire des mathématiques" depuis 1993, et a contribué à plusieurs publications dans ce domaine. Membre de la Commission Inter-IREM *Publimath* depuis 2008, elle en est actuellement la co-présidente. Directrice de collection aux Presses Universitaires de Franche-Comté de 2004 à 2014, elle est responsable de la série Didactique, qui contribue à la diffusion des productions des IREM.

**Christian Mercat** - Professeur de didactique à l'Université Lyon 1 dans le laboratoire S2HEP et enseignant en formation initiale (ESPE) et continue - Il est directeur de l'IREM de Lyon depuis 2011 et l'a impliqué dans plusieurs projets européens : Inter2Geo sur la géométrie interactive, Math-Bridge sur une plateforme intelligente de remédiation dans l'apprentissage, mcSquared sur une technologie favorisant la créativité dans l'enseignement des mathématiques, MetaMath et MathGeAr, une étude comparative internationale de l'enseignement des mathématiques pour les ingénieurs en Russie, Géorgie, Arménie, Finlande, Allemagne et France, DrIVE-MATH pour un enseignement innovant des mathématiques pour les ingénieurs et Mobile Math Trails for Europe (MoMaTrE) utilisant la géolocalisation sur Smartphones. Il fait partie du comité de pilotage de la Maison des Mathématiques et de l'Informatique (MMI) de Lyon. Il a participé à la rédaction du rapport Villani-Torossian et participe à plusieurs "laboratoires de mathématiques" de lycée.

**François Moussavou** - Professeur de math-sciences en lycée professionnel à Marseille - Il est membre de l'IREM d'Aix-Marseille depuis 2004, du Comité scientifique de l'IREM depuis 2014, membre de la Commission inter-IREM Lycée Professionnel depuis 2004 et responsable de cette commission depuis 2014. Depuis 2005, il contribue à divers groupes de travail, à la production de ressources pédagogiques officielles et à des formations pour les professeurs de mathématiques et/ou de physique de lycée professionnel et de collège. En 2014, sous l'égide de l'Inspection générale des mathématiques, il a participé à la production d'une ressource officielle sur le lien entre les disciplines générales et professionnelles pour le Baccalauréat professionnel. Depuis 2015, il est membre des commissions nationales d'examen pour le recrutement des enseignants de l'enseignement professionnel.

**Catherine Taveau** - Professeure de mathématiques à l'ESPE d'Aquitaine (Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education) à l'Université de Bordeaux - Formatrice d'enseignants depuis 1994, co-auteure de nombreuses ressources pour les enseignants de mathématiques du primaire et du secondaire, elle a présidé pendant six ans (2001-2005 et 2011-2013) la COPIRELEM, commission consacrée à l'enseignement des mathématiques dans le primaire, et a été membre du Comité Scientifique des IREM de 2004 à 2012. De 2013 à 2016, elle a participé à un projet de recherche sur l'expérimentation de la calculatrice -exerciceur "TI Primary+", mené en partenariat entre les IREM et l'Institut français de l'éducation (IFE).

**Dominique Tournès** - Professeur de mathématiques et d'histoire des mathématiques, au laboratoire de mathématiques et d'informatique de l'Université de La Réunion - Il est chercheur en histoire de l'analyse numérique, des instruments de mathématiques et des mathématiques pour les ingénieurs sur la période 1750-1950. Depuis plus de 30 ans, il est formateur pour les professeurs de mathématiques. Impliqué dans les activités de l'IREM depuis 1982, il est directeur de l'IREM de La Réunion depuis sa création en 1999, et membre de la Commission inter-IREM "Epistémologie et histoire des mathématiques" depuis 2000. Il a été responsable de cette commission de 2014 à 2017, et a contribué à 13 de ses publications (voir 4.1).

## 4 Présentation de trois publications significatives du travail du réseau

Nous avons choisi ici des publications représentant les différents types de travaux que nous produisons habituellement dans le réseau : livres, revues et brochures. (voir 3.2).

### 4.1 Let History into the classroom - book - Springer - 2018

Cet ouvrage, publié en 2018 dans la collection "Histoire de l'enseignement des mathématiques", a été rédigé par des enseignants et chercheurs travaillant en France dans les IREM et membres de la Commission Inter-IREM Epistémologie et Histoire des mathématiques. Les dix chapitres sont des traductions en anglais d'une sélection de textes publiés en France dans deux ouvrages publiés par cette Commission respectivement en 2009 et 2012. L'ouvrage vise à rendre plus accessible à un public international, au-delà de l'espace francophone, le travail développé en France dans ce domaine.

Voici les titres et les auteurs des 10 chapitres.

1. Angles in Secondary School: Surveying and Navigation, par Jean-Paul Guichard
2. Dividing a Triangle in the Middle Ages: An Example from Latin Works on Practical Geometry, par Marc Moyon
3. A Square in a Triangle, by Patrick Guyot
4. Indian Calculation: The Rule of Three—Quite a Story ..., par Catherine Morice-Singh
5. The Arithmetic of Juan de Ortega: Equations Without Algebra, par Frédéric Métin
6. The Congruence Machine of the Carissan Brothers, par Martine Bühler
7. A Graphical Approach to Euler's Method, par Dominique Tournès
8. Calculating with Hyperbolas and Parabolas, par Dominique Tournès
9. When Leibniz Plays Dice, par Renaud Chorlay
10. The Probability of Causes According to Condorcet, par Gérard Hamon

Voici la traduction en Français de l'introduction du livre, écrite par son éditrice Évelyne Barbin, de l'IREM de Nantes, membre de la CII Épistémologie et Histoire des mathématiques.

#### **Introduction du livre** *Let History into the Mathematics Classroom*

Cet ouvrage est un recueil de dix expériences visant à introduire une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques pour les 11-18 ans. Ils suggèrent aux élèves non seulement de lire des textes anciens, mais aussi de construire, dessiner et manipuler. L'histoire éclaire le présent bien au-delà des mathématiques déjà inscrites au programme, à travers des investigations mathématiques à la fois mentales et manuelles. Les différents chapitres font référence aux mathématiques grecques, indiennes, chinoises et arabes ainsi qu'aux mathématiques contemporaines. On y rencontre des mathématiciens de renom comme Gottfried Leibniz ou Leonard Euler ainsi que des praticiens et ingénieurs moins connus, replacés dans leur contexte scientifique et culturel.

Une des principales vertus de l'histoire est de montrer que les notions et les concepts que nous enseignons ont été inventés pour résoudre des problèmes. Les différents chapitres de ce recueil ont tous comme point de départ des problèmes historiques, mathématiques ou non. Ce sont des problèmes d'échange et de partage, de division de figures et de volume, ainsi que des problèmes d'ingénieurs, calculs, équations et congruences. Le raisonnement mathématique qui accompagne ces activités comprend l'utilisation de dessins, le pliage, les constructions graphiques ou la production de machines. Nous avons divisé les chapitres de ce recueil en quatre sections couvrant des sujets semblables.

#### **Décrire et mesurer l'étendue**

Le premier chapitre traite de la notion d'angles et de leur mesure, à partir de problèmes de topographie et de navigation à l'aide d'instruments de mesure tels que le graphomètre, les portolans du XVI<sup>e</sup> siècle, les cartes, les roses des vents et les cartes maritimes. Les traités sur la géométrie pratique sont très utiles car nous n'avons aucune trace écrite des premières recherches des géomètres grecs au sixième siècle avant notre ère. Mais nous avons en notre possession les fameux éléments d'Euclide, dans lesquels la connaissance géométrique est organisée par axiomes.

Le chapitre suivant s'articule autour des problèmes des aires qui sous-tendent l'ensemble du livre I d'Euclide et la succession d'hypothèses qui conduisent au théorème de Pythagore. L'objectif est d'élargir non seulement l'acquisition des connaissances géométriques, mais aussi leur mise en pratique et leur démonstration. La découpe physique de figures pour en créer d'autres est à la base de nombreuses démonstrations d'Euclide. Mais cela ne figure pas en tant que tel car c'est incorporé, selon les préceptes de la rigueur géométrique grecque, dans la construction de divisions de figures, éventuellement à l'aide de lignes droites et de cercles (dessinés à la règle et au compas).

La partie sur le Moyen-Âge arabe nous montre que ce concept hérité de la géométrie grecque continue. Mais en même temps, les travaux sur la géométrie pratique proposent et justifient des divisions utiles, par exemple par l'artisan qui réalise les mosaïques. Parmi les auteurs médiévaux, si les problèmes de division des triangles trouvent leur place dans les constructions géométriques, ils sont aussi utiles dans les problèmes d'héritage.

Le chapitre sur le tracé d'un carré dans un triangle illustre l'utilisation de l'histoire pour présenter un même problème d'un grand nombre de façons différentes. Cette approche devrait jouer un rôle important dans l'enseignement car elle montre l'essence vitale des connaissances enseignées. Il ne s'agit pas seulement de savoir comment résoudre un problème, mais aussi de savoir comment il a été résolu pour faire face à de nouvelles situations. Avec ce problème, nous pouvons comparer les solutions géométriques avec la solution algébrique d'al-Khwarizmi, et les élèves peuvent utiliser différents types d'instruments en classe.

### **Calculer et combiner les nombres**

Le premier chapitre de cette section nous conduit à l'Inde du XII<sup>e</sup> siècle où le mathématicien Bhâskara explique que la règle des trois est aussi omniprésente dans les calculs que l'est le dieu Vishnu dans le monde. Il montre comment la règle de trois est établie et comment conduire les calculs pour résoudre toutes sortes de problèmes. Mais l'histoire de la règle des trois a commencé bien avant et se poursuit encore aujourd'hui.

Le chapitre suivant, consacré à un livre d'arithmétique catalan du XVI<sup>e</sup> siècle montre que la proportionnalité est suffisante pour résoudre les problèmes qui relèvent aujourd'hui des équations du premier degré. En fait, les méthodes dites de fausses positions éliminent le besoin de calculs algébriques. C'est sans doute pour cette raison, et aussi en raison de leur efficacité, qu'elles apparaissent dans les calculs des marchands ainsi que dans l'enseignement jusqu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle.

La machine des frères Carissan, présentée en 1920 à la Société d'Encouragement de l'Industrie Nationale, calcule des congruences arithmétiques. Cette machine est une sorte de "théorème en actes", car elle utilise l'algorithme de factorisation inventé par Fermat en 1643. Son étude par des étudiants de 18 ans en sciences est contenue dans le dernier chapitre de cette section consacrée aux nombres.

### **Tracer et approximer des courbes**

Le texte de Leonard Euler (1768) introduit le problème de la détermination "de la manière la plus précise possible" de l'intégration complète de toute équation différentielle. La balistique et la mécanique céleste sont les questions qui en sont à l'origine. Dans le premier chapitre de cette section, la célèbre méthode d'Euler inspire une approche graphique afin de donner plus de sens à la notion d'équation différentielle dans l'enseignement secondaire supérieur.

Dans le même esprit, le chapitre suivant montre comment les ingénieurs du XIX<sup>e</sup> siècle ont substitué à des calculs fastidieux utilisant les abaques, des graphiques de courbes qui permettaient de lire

directement les résultats souhaités. Les graphiques ont de nombreuses utilisations : ils ont permis à l'ingénieur autrichien Julius Mandl de résoudre des équations du deuxième au quatrième degré. Ce chapitre montre que les nomogrammes (hyperboliques ou paraboliques) sont aujourd'hui utiles comme activités enrichissantes pour les élèves du lycée.

### **Estimer et prédire des chances**

Les probabilités se prêtent bien à une approche historique, à commencer par le "problème des points" qui est à l'origine de la célèbre correspondance entre Blaise Pascal et Pierre de Fermat. Le chapitre sur le problème du "quinquenove" provient d'un texte de 1678 de Gottfried Leibniz. L'un des principaux intérêts de ce texte est de définir des probabilités par rapport aux statistiques. Un autre de ses intérêts est qu'il contient une erreur de raisonnement classique qu'il est utile de signaler aux élèves.

Nous voyons ici comment l'histoire des mathématiques est un point d'ancrage pour la réflexion épistémologique sur la rigueur et l'erreur dans l'activité mathématique. Le dernier chapitre est un texte du marquis de Condorcet datant de 1805 sur l'application du calcul des probabilités "dans les jeux de hasard, à la loterie et au jugement des hommes". La lecture de ce texte peut permettre aux étudiants de terminale d'aller au-delà du cadre des probabilités de base et d'explorer une situation où la statistique peut être utile pour analyser rétrospectivement un phénomène à risque alors que les problèmes se posent à l'avance. L'intérêt épistémologique du texte est doublé par l'intérêt culturel pour l'auteur et son époque.

### **L'introduction de perspectives historiques dans l'enseignement**

Nous parlons dans ce recueil de perspectives historiques parce qu'il ne s'agit ici ni d'enseigner l'histoire des mathématiques, ni même de replacer des moments de l'histoire dans leur contexte, mais d'intégrer l'histoire dans l'enseignement. De nombreuses expériences présentées ici suggèrent aux élèves de lire des textes anciens. Mais l'introduction d'une perspective historique n'exige pas nécessairement une telle lecture. Plus généralement, cela souligne l'importance pour les enseignants d'utiliser toutes leurs réflexions (historiques et épistémologiques) dans leur enseignement. Le lecteur ne trouvera donc pas ici une formule toute faite ou une réponse unique.

Les différentes expérimentations relatées illustrent clairement la variété des ressources qu'un professeur de mathématiques peut trouver dans l'histoire de sa matière à tous les niveaux d'enseignement. En effet, lorsque les auteurs indiquent les circonstances dans lesquelles ces expériences ont eu lieu, c'est pour décrire leur situation et inviter les lecteurs à les adapter ou à les transférer dans d'autres lieux, d'autres classes ou d'autres niveaux. Beaucoup de ces exemples peuvent être envisagés dans d'autres classes que celles dans lesquelles ils ont été utilisés pour la première fois. C'est parce que les programmes et les élèves changent, mais aussi, à un niveau plus profond, parce que l'histoire des mathématiques permet l'exploration et la mise en évidence de connaissances durables qui font partie de la base commune de l'enseignement des mathématiques.

### **Les auteurs et les travaux des IREM français**

Les auteurs de ce recueil sont des enseignants et des chercheurs travaillant en France dans les Instituts de recherche sur l'Enseignement des mathématiques (IREM). Ils partagent leurs méthodes et leurs réflexions et, pendant quelques instants, emmènent leurs lecteurs dans une longue aventure mathématique, qui place la connaissance avant les défis posés par les problèmes de toutes sortes, mathématiques ou non.

Les Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) ont été créés à la fin des années 1960. Il s'agit d'Instituts Universitaires de Recherche, dépendants d'une Université et liés au Département de Mathématiques de cette Université, et il y a généralement un Institut par Académie, l'autorité éducative locale du système éducatif de l'Etat en France. Les membres de l'IREM sont des professeurs d'université ou de l'enseignement primaire ou secondaire.

La Commission Inter-IREM "Epistémologie et histoire des mathématiques" a été créée en 1975. La moitié des membres sont des enseignants du secondaire et l'autre moitié sont des enseignants du supérieur

et des chercheurs. Bien que la majorité d'entre eux soient des professeurs de mathématiques, il y a aussi des professeurs de philosophie et de sciences physiques, ainsi que des chercheurs en histoire des sciences. Ils travaillent dans les différents IREM, dans lesquels ils font partie d'un groupe de recherche, enseignent et organisent des formations. Cette Commission se réunit deux ou trois fois par an à Paris et organise une conférence tous les 2 ans dans une ville de province. Les thèmes de ces conférences correspondent aux intérêts actuels ou aux travaux en cours. Les actes et autres documents de chaque conférence sont publiés. La Commission publie également des livres et des anthologies.

La version française des dix chapitres de ce volume est parue dans deux livres édités par Évelyne Barbin et publiés par Vuibert Adapt-Snes (Paris) et intitulés *De grands défis mathématiques d'Euclide à Condorcet* (2009) et *Les mathématiques éclairées par l'histoire. Des arpenteurs aux ingénieurs* (2012).

## 4.2 Numéro spécial Repères IREM (112) Juillet 2018

Chaque année, la revue *Repères-IREM* publie un numéro spécial sur un thème d'actualité dans l'enseignement des mathématiques. Nous avons sélectionné le numéro spécial publié en juillet 2018 sur les liens entre les mathématiques et les autres disciplines. Nous vous proposons ci-dessous la description du thème de l'appel à contribution, publié un an et demi avant la publication (c'est la norme pour cette revue), et l'éditorial rédigé par Anne-Cécile Mathé, membre du comité de rédaction, incluant une description du contenu du présent numéro. À noter que, comme c'est désormais systématique dans ces numéros spéciaux, celui-ci se termine par une section "Pour aller plus loin" faisant référence à tous les articles traitant du thème publié dans la revue depuis sa création. Dans ce cas particulier, 106 articles sont listés, tous accessibles en ligne via *Publimath* sauf les 8 derniers (pour l'instant).

### Description du thème du numéro spécial dans l'appel à contribution, décembre 2016

En 1960, le physicien Eugène Wigner a publié un célèbre article au titre provocateur *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences*. Comme Wigner, ce numéro spécial vise à montrer que les interactions entre les mathématiques et les autres disciplines peuvent être multiples et surprenantes. Premièrement, l'histoire nous apprend que la plupart des concepts mathématiques proviennent de diverses disciplines : La philosophie, la physique, la chimie, la biologie, la géographie, l'agriculture, l'économie, le commerce, l'architecture, etc. . . sont des domaines qui ont largement inspiré les mathématiciens de toutes périodes et civilisations. D'autre part, d'autres disciplines ont souvent eu recours aux mathématiques pour résoudre un problème, décrire ou modéliser un phénomène particulier. On peut donc parler de symbiose car les allées et venues entre les mathématiques et certains domaines sont admirables ! De même, par leur caractère esthétique, les mathématiques ont tissé de nombreux liens avec des disciplines artistiques telles que la peinture, la sculpture, la musique et la littérature. Ces liens sont étudiés dans de nombreux domaines : histoire, épistémologie, philosophie, neurosciences, etc.

Ces interactions sont de plus en plus importantes dans les programmes d'enseignement secondaire (EPI au collège, MPS en Seconde, TPE en Première) mais aussi à l'université (histoire des mathématiques au baccalauréat, épistémologie et littérature en maîtrise de mathématiques) et dans les ESPE (histoire des mathématiques en formation initiale ou continue des enseignants). Sont-elles nécessaires pour donner du sens, aider à la compréhension et à la mémorisation des concepts, susciter la motivation, développer la curiosité ? Inversement, on peut également se demander si ces interactions sont suffisamment enseignées, tant en mathématiques que dans d'autres disciplines.

De manière non exhaustive, voici quelques questions susceptibles d'intéresser tous les acteurs de l'éducation (des enseignements professionnel, technique, général) mais aussi tous les niveaux de l'enseignement (primaire, secondaire, supérieur), sur lesquelles nous attendons vos réflexions et contributions écrites.

## Editorial par Anne-Cécile Mathé, IREM of Clermont-Ferrand

Faire dialoguer les mathématiques avec d'autres disciplines, dépasser les clivages disciplinaires dans une visée de compréhension globale du monde... L'interdisciplinarité est régulièrement mise en avant dans les programmes d'enseignement de l'école au lycée. Ce mouvement n'est pas nouveau et les projets trans-, pluri ou inter-disciplinaires fleurissent dans les établissements. Les enseignants s'essayant à ces pratiques expriment très majoritairement un engouement certain, pour eux comme pour leurs élèves. Réussir à mettre en œuvre l'inter-disciplinarité dans les classes n'est cependant pas chose aisée. Un tel projet nécessite en effet la mise en place d'un vrai travail collaboratif, souvent coûteux en temps et énergie, qui seul peut permettre la compréhension de l'autre, de ses spécificités et de la manière dont les buts et moyens de chacune de nos disciplines sont susceptibles de s'articuler et de s'enrichir.

Dans ce numéro spécial *les mathématiques et les autres disciplines*, nous avons voulu mettre en lumière ce mouvement et proposer des exemples, complémentaires et variés, de telles approches.

Le groupe EpI (Enseignements pratiques Interdisciplinaires) de l'Irem de Grenoble présente d'abord un projet interdisciplinaire portant sur l'étude de l'évolution des glaciers. Les auteurs témoignent de leur volonté de ne pas y cantonner les mathématiques à une simple «boîte à outils» aux services de questions posées par d'autres disciplines. Ils montrent les possibilités d'une articulation entre problématiques propres à chacune des disciplines et de complémentarité des éclairages apportés, au service de l'étude d'une grande question commune.

Adoptant un point de vue assez différent, Nicolas Saby et Cyril téjédo s'intéressent ensuite à la manière dont l'enseignement des mathématiques participe — ou pourrait participer — à la construction de citoyens de demain. Ces auteurs mettent en défaut l'idée que l'enseignement de la rationalité mathématique constitue à elle seule un outil de formation des futurs citoyens. Ils regrettent que la question du transfert de la méthode mathématique aux questions sociales et citoyennes ne soit pas davantage prise en charge par l'enseignement. Ils nous invitent alors à nous tourner vers la mathématique sociale, à redécouvrir ce champ des mathématiques historiquement délaissé et à explorer les pistes qu'il nous livre pour l'enseignement, en termes de corpus et de méthodes pour l'étude de l'objet social.

Marion Quesney-troudet, Marc troudet et David Chatelon narrent enfin l'histoire de la rencontre entre des préoccupations d'enseignants d'EpS autour d'activités de course d'orientation et le travail d'un groupe de l'Irem de Grenoble portant sur l'utilisation en classe d'instruments de géométrie pratique. Un projet interdisciplinaire destiné à des classes de Quatrième, visant pratiques de course d'orientation, savoirs de l'orientation, connaissances mathématiques liées à l'espace et la géométrie, l'organisation et la gestion de données ou encore les fonctions, naît de cette rencontre. Le récit de la genèse de ce projet est une belle illustration du travail d'intercompréhension des objectifs et des préoccupations de chacune des disciplines nécessaire pour faire vivre de l'interdisciplinarité dans les classes. Cette expérience pourrait être mise en regard avec un article publié par Monique Maze et Guy Chataing autour du parcours d'orientation comme support d'un travail sur les angles au collège dans le numéro 2 de repères-Irem. Elle pourra sans nul doute éveiller intérêt, idées et envies.

Vous trouverez donc dans ce numéro différents exemples de dialogues entre mathématiques et autres disciplines, pour un enseignement des mathématiques riche et ouvert sur le monde !

Bonne lecture

Anne-Cécile Mathé

### 4.3 Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les Prix - brochure - IREM de Poitiers - 2018

Publié en 2018, ce livret de l'IREM de Poitiers, fait partie d'une série comprenant désormais 12 volumes produits par le groupe collège de cet IREM, et proposant des progressions pédagogiques portant sur les quantités aux cycles 3 et 4. Chaque publication se concentre sur une quantité spécifique, les prix dans ce

cas particulier, au cycle 4. Dans le cadre des projets AMPERES et PERMES visant le développement de trajectoires d'apprentissage et de progressions d'enseignement obéissant au modèle des Parcours d'étude et de recherche (SRP) de la Théorie anthropologique de la Didactique (ATD).

Voici un lien vers les textes de cette série de brochures (en filigrane pour les dernières) :

[http://irem2.univ-poitiers.fr/portail/index.php?option=com\\_content&view=article&id=180&Itemid=197](http://irem2.univ-poitiers.fr/portail/index.php?option=com_content&view=article&id=180&Itemid=197)

Un accès spécial est donné aux membre du jury de la médaille Emma Castelnuovo aux documents en ligne accompagnan la brochure.

Nous reproduisons ici l'introduction de cette brochure, et nous donnons des informations sur son référencement.

## Introduction de cette publication

1. Introduction « C'est pourquoi tout doit avoir un prix établi, car c'est la condition pour qu'il y ait toujours possibilité d'échanges, et partant d'association. La monnaie constitue une sorte d'étalon qui rend les choses commensurables et les met à égalité. » (Aristote, Éthique à Nicomaque, Livre V)

L'analyse faite pour le cycle 4 (Enseigner les mathématiques en 5ème, 4ème, 3ème, à partir des grandeurs : Pourquoi ? Comment ?, pp.3-7) nous a amenés à poursuivre l'étude des Prix, au cycle 4 pour les raisons suivantes :

- C'est une grandeur omniprésente dans la vie des hommes.
- C'est le lieu où une majorité des contenus des parties Organisation et gestion de données, fonctions et Nombres et calculs du programme peut être utilisée pour comparer, partager, calculer des prix, des variations de prix, étudier des prix en fonction d'une autre grandeur, et prévoir des prix :
  - statistiques pour étudier un grand nombre de données et faire des comparaisons ;
  - pourcentages, fractions, proportionnalité pour partager des prix ;
  - puissances pour calculer et comparer des placements ou des emprunts, pour traiter des situations où interviennent des grands nombres ;
  - nombres relatifs pour comparer ou calculer pertes ou bénéfiques, pour calculer des variations de prix ;
  - probabilités pour évaluer des chances de gains ;
  - calcul littéral et équations dans des situations faisant intervenir des formules et des recherches de prix inconnus (par exemple retrouver un prix initial suite à une augmentation ou réduction de prix) ;
  - fonction linéaire et affine, grandeurs quotients et produits dans l'étude de la variation du prix en fonction d'une autre grandeur (durée, distance, volume, aire, énergie...).
- La programmation d'algorithmes y a aussi sa place : convertisseurs de monnaies, comparateurs de prix, calcul de mensualités d'un emprunt, quizz, pullulent sur la Toile.

L'intérêt de cette grandeur Prix est important. Une bonne partie de l'arithmétique pratique qui s'est construite au fil des siècles, mais aussi de l'algèbre élémentaire, est issue de problèmes liés au commerce, aux salaires, aux impôts, aux héritages, aux sociétés et à leurs bénéfiques (voir partie 6. Histoire). Ces problèmes sont toujours vivants aujourd'hui. Les prix font partie de l'environnement des élèves et sont omniprésents dans notre vie quotidienne (voir partie 5. Écologie) :

- pour échanger, acheter ou vendre, on est souvent amené à comparer des prix, et aussi à calculer des prix en fonction de...
- pour payer un salaire, pour connaître des mensualités à payer, des montants de réduction ou d'augmentation, des taxes, pour partager des biens ou des objets on est amené à multiplier et diviser des prix, à en prendre des fractions, à utiliser la proportionnalité et les nombres relatifs ;
- quand on s'informe sur la vie économique et sociale, on est amené à lire des graphiques, à comparer des prix : évolution des prix, des cours des monnaies ou des actions, comparaison des salaires de diverses professions, budgets...

Les prix sont aussi souvent liés à d'autres grandeurs : prix au kilogramme, au quintal ou à la tonne, au m ou au km, au m<sup>2</sup> ou à l'ha, au m<sup>3</sup>, au litre ou au cl, tarif horaire, à la journée, à la semaine, salaire horaire, journalier, mensuel, annuel... Ceci permet de traiter des contenus de la partie Grandeurs et mesures du programme. Avec ces grandeurs produit ou quotient, nous sommes alors confrontés à de nombreux problèmes relevant de la proportionnalité, et pour lesquels il va falloir élaborer des outils et des méthodes pour les résoudre

Les prix fluctuent, varient avec le temps, les époques, les lieux, les pays, ce qui amène fréquemment pour les comparer à construire des graphiques, à utiliser des équations. Un grand nombre de jeux de hasard sont liés à l'argent que l'on peut espérer gagner, ce qui amène à initier aux rudiments du calcul des probabilités.

Nous voyons donc que les situations ne manquent pas, et qu'elles tournent autour de quelques questions fondamentales :

- comment comparer des prix ?
- comment partager des prix ?
- comment calculer des prix ?
- comment calculer des variations de prix ?
- comment étudier la variation d'un prix en fonction d'une autre grandeur ?
- comment prévoir un prix ?

Éclairés par ces analyses, nos chapitres sur les prix en cycle 4 s'organisent à chaque niveau en parcours autour de quelques unes de ces 6 grandes questions.

Pour faciliter le choix de chacun, nous vous proposons de voir les connaissances du programme qui peuvent y être investies, à quel niveau, et comment (2. Organisation mathématique).

Pour la mise en œuvre dans la classe nous vous proposons pour chaque question des exemples de situations de la vie des hommes, passée ou actuelle (4. Banque de situations). L'étude de ces situations du monde présentera d'autant plus d'intérêt qu'elle amènera les élèves à se poser des questions et à chercher à y répondre, dans une démarche de résolution de problèmes, où les connaissances du programme apparaîtront comme des outils de modélisation et de résolution (voir programme, p.367, §4). Le choix de ces situations et de leur questionnement est donc important. Organiser l'étude des Prix, à chaque niveau d'enseignement, autour de quelques grandes questions comme *Comment comparer ? Comment partager ? Comment calculer ?* permet à la fois de faire le choix des situations à étudier, de structurer le parcours d'étude de la grandeur, et d'organiser les savoirs mathématiques rencontrés comme des réponses à ces questions (3. Organisation didactique).

LE programme insiste sur le fait que les connaissances et compétences visées doivent être travaillées de manière progressive et réinvesties sur toute la durée du cycle (p.367, §1) : c'est l'un des points forts de notre démarche (*Enseigner les mathématiques en 5ème, 4ème, 3ème, à partir des grandeurs : Pourquoi ? Comment ?*, p.7, p.23, p.60).

## Référencement

- Les brochures de la série sont référencées par le seueur *Publimath* (<http://publimath.univ-irem.fr/>), lancer la recherche avec IREM de Poitiers), et leurs publications sont annoncées dans *Repères-IREM* (114) [http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/114\\_parutions.pdf](http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/114_parutions.pdf).
- 5 des brochures de cette série font partie des 14 références proposées par le Ministère de l'Éducation Nationale dans la ressource *it Mathématiques du quotidien*, l'une des ressources officielles éditées pour accompagner la mise en place des programmes de collège : [http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressource\\_transversales/99/8/RA16\\_C3\\_C4\\_MATH\\_math\\_et\\_quotidien\\_600998.pdf](http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressource_transversales/99/8/RA16_C3_C4_MATH_math_et_quotidien_600998.pdf).
- Cette série de brochures est également citée comme référence par les chercheurs. Par exemple dans (Artigue & Blomøj, 2013)<sup>1</sup>, les auteurs utilisent un des exemples donnés dans cette série pour illustrer comment la TAD peut aider à conceptualiser IBME à travers l'idée des Parcours de Recherches.

Une présentation de cette brochure a également été récemment publiée sur le Portail National des Mathématiques (Ministère de l'Éducation Nationale) (2019/05/20) : <https://eduscol.education.fr/maths/actualites/actualites/article/enseigner-les-mathematiques-au-cycle-4-a-partir-des-grandeurs-les-prix.html>.

Nous la reproduisons ici. **Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les prix**

Une brochure IREM

La brochure Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les prix (PDF, environ 7,8 Mo) est une des publications récentes de l'IREM de Poitiers, et fait partie de la série des brochures de cet IREM proposant un enseignement cohérent basé sur les grandeurs.

Cette série reflète bien le travail des IREM, à l'interface entre la recherche académique et le terrain de l'enseignement et de la formation. Les auteurs s'appuient sur la notion de parcours d'étude et de recherche issue de la théorie anthropologique du didactique et construisent des parcours expérimentés dans les classes, retravaillés, puis présentés de façon tout à fait opérationnelle dans les brochures, où ils sont reliés à l'histoire et l'épistémologie des domaines concernés, aux programmes, et accompagnés de nombreuses ressources permettant de multiples adaptations.

Cette série a débuté en 2009 avec des brochures concernant la classe de sixième, chacune concernant une grandeur spécifique. Le groupe collège de l'IREM a ensuite étendu aux autres classes du collège. Ce projet a bénéficié par ailleurs du soutien de la commission inter-IREM Didactique et de l'IFÉ.

Ces brochures de qualité sont très régulièrement rééditées. Les versions papier sont doublées de versions en ligne qui comportent de nombreux documents complémentaires.

On pourra noter qu'hormis pour les plus récentes, il existe une fiche descriptive dans la base Publi-math (lancer la recherche avec IREM de Poitiers).

Voici tous les titres de la série :

- 2018. *Enseigner les mathématiques au cycle 3 à partir des grandeurs : les angles ;*
- 2018. *Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les prix ;*
- 2017. *Algorithmique et programmation au cycle 4 à partir des grandeurs ;*
- 2016. *Enseigner les mathématiques au cycle 4 à partir des grandeurs : les longueurs ; Teaching mathematics in Cycle 4 from quantities: Lengths.*
- 2015. *Enseigner les mathématiques en 5e à partir des grandeurs : les températures ;*
- 2015. *Enseigner les mathématiques en 5e à partir des grandeurs : les angles ;*
- 2014. *Enseigner les mathématiques en 5e, 4e, 3e à partir des grandeurs. Pourquoi ? Comment ?*
- 2012. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les longueurs ;*
- 2011. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les prix ;*
- 2011. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les volumes ;*
- 2010. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les durées ;*
- 2010. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les aires ;*
- 2009. *Enseigner les mathématiques en 6e à partir des grandeurs : les angles.*

## 5 Lettres de soutien

### 5.1 Soutien du Réseau Africain Francophone pour la Recherche, la Formation en Didactique des Mathématiques, au Réseau des IREM de France

Les relations entre le Réseau des IREM de France et ceux d'Afrique ont 50 ans. Elles remontent à l'année universitaire 1968-1969 qui coïncide avec la création des premiers IREM de France. Ces relations se sont tissées selon les préconisations institutionnelles respectives, en tenant compte de leurs évolutions au cours du temps. Notre lettre de soutien est focalisée sur les principes et les valeurs qui ont fondé cette coopération dans les domaines de l'enseignement, la formation initiale et/ou continue d'enseignants, la production de ressources pour l'enseignement ou la formation, la recherche en didactique des mathématiques et en éducation mathématique.

#### **Un accompagnement voulu pour pallier la pénurie de professionnels et de ressources**

Cet accompagnement commence avec les pays africains dès la création des premiers IREM de France. Il se déroule dans un contexte marqué à la fois par une demande pressante d'éducation, une insuffisance notoire de professionnels et une rareté de ressource documentaire pour les acteurs de l'enseignement et de la formation d'enseignants en mathématiques. Le dispositif d'accompagnement se caractérisait par des échanges dans les deux sens, à travers de courts séjours sur des projets conçus et mis en œuvre suivant des directives fixées par chacun de nos pays. C'est ainsi que le Sénégal créa l'IREM de Dakar en 1972, qui devint en 1975 un IREMPT en tant qu'institut de l'Université de Dakar coopérant avec les IREM de Montpellier, de Lyon et Paris. Créé en 1972, l'IREM de Niamey organise avec celui de Reims le «rallye Champagne Ardenne-Niger» depuis 2003. La collaboration de la République Démocratique du Congo avec l'IREM de Paris a commencé en 1998 ; elle se consolide et se renouvelle périodiquement avec la création de l'IREM de Kinshasa et du GREMA en 2014. L'ENS de Brazzaville à travers l'UREM, entretient une coopération avec l'IREM de Paris-Diderot. Le Mali a opté pour une association dénommée, Groupe de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques (GREM) créée en 1975 ; en son sein, collaboraient les professionnels de l'enseignement, du suivi évaluation et de la formation mathématiques en lien avec l'Ecole Normale Supérieure de Bamako ; en 1991, une convention IREM-Grenoble/ENSup-Bamako est signée pour la formation continue et initiale des enseignants en didactique des mathématiques.

#### **Développement professionnel dans de domaine de l'enseignement et de l'éducation mathématique**

L'École de Didactique et de Mathématiques (EDiMaths) tenue à Bamako-Mali en septembre 2011, a été l'occasion d'un partenariat fécond sur le choix du programme de formation, du dispositif d'encadrement ou de formation, et du public cible. La deuxième édition de cette école a eu lieu en septembre 2012 à la Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation (FASTEF) - UCAD avec le même accompagnement du réseau des IREM de France. Les réussites constatées à l'issue de ces deux éditions sont le fruit d'une approche fondée sur une conjugaison pertinente de l'expertise d'animatrices et d'animateurs exerçant au sein du Réseau des IREM de France, et celle des formateurs de la sous-région subsaharienne, en fonction de leur expérience sur les pratiques de terrain. Ainsi, un réseau sous-régional a été mis en place pour pérenniser les acquis d'EDiMaths, renforcer les connexions et les collaborations entre les différentes communautés impliquées dans la formation des enseignants : mathématiciens, didacticiens, formateurs d'enseignants de tous les ordres d'enseignement, inspecteurs.

Dans le domaine du développement professionnel nos liens avec le réseau des IREM de France ont permis à des membres du réseau de s'inscrire au MOOC sur la plateforme France Université Numérique

(FUN) intitulé « Enseigner et Former Avec le Numérique en Mathématiques » (EFAN-Maths). Il propose une formation à distance destinée aux enseignants, futurs enseignants, et formateurs d'enseignants (voir [www.univ-irem.fr](http://www.univ-irem.fr)).

## **Recherche en éducation mathématique - Visibilité accrue de recherches menées en Afrique**

Les IREM de France ont joué un rôle central dans la réalisation de conventions interuniversitaires de coopération entre l'Afrique et les universités françaises pour les formations doctorales et les projets communs de recherche en éducation mathématique. Les missions vers les IREM de France et inversement, ont été une source de motivation de plusieurs professionnels d'Afrique francophone pour leur ancrage définitif dans le domaine de l'enseignement, la formation et la recherche en didactique des mathématiques. De même pour le Séminaire International des IREM –Strasbourg-2016 et de la journée du réseau international des IREM, en marge du Colloque EMF-Paris-2018 ont constitué des espaces de diffusion des travaux effectués en Afrique dans le domaine. La mise en place du télé-séminaire des IREM qui permet l'organisation des téléconférences périodiques depuis 2016 a permis à cinq (5) de nos collègues enseignants-chercheurs de présenter leurs travaux et d'échanger avec les autres chercheurs. Par ailleurs, le réseau des IREM de France a contribué à la mise en place et au fonctionnement d'associations africaines destinées à la recherche scientifique dans le domaine de la didactique des mathématiques et de l'éducation mathématique : la mise place de ADiMA et CANP1 sont des exemples.

## **Soutien du réseau Afrique Francophone au réseau des IREM de France**

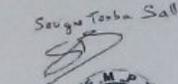
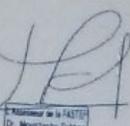
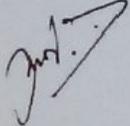
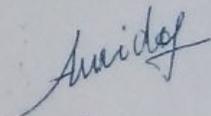
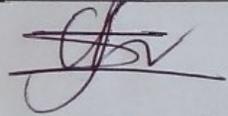
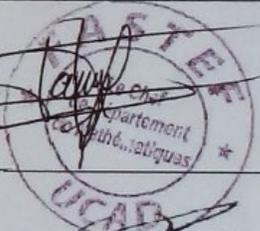
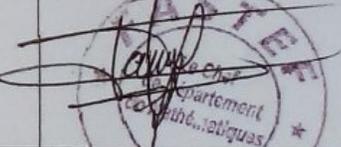
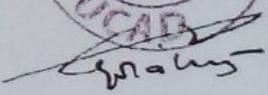
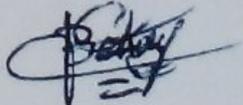
Le réseau des professionnels de l'éducation mathématique d'Afrique Francophone, est particulièrement sensible aux principes et valeurs que porte le réseau des IREM de France. Ce soutien se fonde entre autres, sur la volonté de faire ensemble, où le formateur, l'enseignant, le didacticien le mathématicien sont impliqués ensemble et à égalité de statut, du primaire à l'université, dans des groupes de travail, où chacun travaille uniquement à temps partiel pour ne pas perdre le contact avec le terrain et l'expertise associée.

Ce soutien s'appuie également sur la volonté partagée de développer une formation continue des enseignants et de produire des ressources pour l'enseignement et la formation ancrées dans ce travail collectif, intégrant les acquis de la recherche mais aussi au plus près des besoins quotidiens des enseignants et prenant en compte la diversité des contextes, la volonté d'être force de proposition pour les décideurs institutionnels et de répondre aussi à leurs demandes légitimes, un esprit de collaboration et de solidarité qui transcende les frontières. C'est autour de ces valeurs et principes que se construisent nos carrières professionnelles respectives pour prendre en charge l'éducation mathématique dans nos pays respectifs.

En conséquence, le réseau des professionnels de l'éducation mathématique d'Afrique Francophone par la présente, exprime son soutien entier à la candidature du Réseau des IREM de France pour la médaille Emma Castelnuovo créée par ICMI.

## **Signataires de cette lettre**

Signataires de la présente lettre

<p>Serigne Touba SALL, Directeur IREMPT – UCAD – Sénégal</p>	<p>Serigne Touba SALL</p>  
<p>Moustapha SOKHNA, FASTEF – UCAD – Dakar - Sénégal</p>	  <p>Membre du FASTEF Dr. Moustapha Sokhna</p>
<p>Alexandre MOPONDI BENDEKO MBUMBU IREM-UPN de Kinshasa - République Démocratique du Congo</p>	
<p>Morou AMIDOU, IREM de Niamey – Niger</p>	
<p>El Hadji Cheikh Mbacké DIOP- IREMPT – UCAD – Sénégal</p>	
<p>Mangary KA FASTEF – UCAD – Dakar – Sénégal</p> <p>Chef du département de mathématiques de la Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation (FASTEF) Université Cheikh Anta Diop de Dakar (FASTEF)</p>	 
<p>Fernand MALONGA MOUNGABIO, Unité de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques Université Marien Ngouabi, Congo-Brazzaville</p>	
<p>Sidi Bekaye SOKONA, ENSup. DER Mathématiques, Bamako – Mali</p>	
<p>Mamadou Souleymane SANGARÉ ENSup. DER Mathématiques, Bamako – Mali</p>	

## 5.2 Soutien de Gert Schubring



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza  
**INSTITUTO DE MATEMÁTICA**

To  
Konrad Krainer  
Chair of the ICMI Emma Castelnuovo Award Committee

Rio de Janeiro, 24 May 2019

**Re: Support to the candidature of the IREM for the Emma Castelnuovo-Award**

Dear colleague,

I was very glad to learn that the French IREM are a candidate for the Emma-Castelnuovo-Award and I am supporting it wholeheartedly.

As a matter of fact, the net of the French IREM satisfy in a perfect manner the conditions for this Award: this net realises optimal achievements for the practice of mathematics education. From the creation of the first IREM in 1968, as an answer to the demands of the student movement to reorient science to the practice, to abandon the one-sided theoretical approach, the IREM succeeded in establishing an intense and always renewed strong cooperation between researchers in mathematics education and practitioners of mathematics teaching, the mathematics teachers.

There is not only this extensive cooperation with mathematics teachers within the structures of the IREM, by the groups "recherche-action"; there is, moreover, their strong participation in the mathematics teacher training. And besides this direct impact upon the practice of mathematics teachers, there is the broad and effective dissemination of the results of this cooperation to the large community of mathematics teachers in France, for the various levels of the school system. This dissemination is effected, in particular, by numerous and regular congresses, by differentiated types of journals and by easy access to the work of the IREM-net by the data base *Publimath*. The broad impact is also evidenced by the influence of the IREM on the elaboration of the mathematics syllabi for the school levels.

This long-standing and efficient practice of broad range achievements for the practice of mathematics teaching in France already clearly merits the Emma-Castelnuovo-Award.

I should like to emphasise, additionally, a further aspect evidencing the innovative character of this institutional net. One of the specific patterns of the IREM net is the work of Inter-IREM committees, for joint work on particular thematic issues of mathematics education. And one of them is the *Commission Inter-IREM Histoire et Épistémologie des Mathématiques*, working since the late 1970s. It is due to the continuous dedication of this Committee that the conception of using history of mathematics not only for deepening the mathematical formation of the teachers but also and foremost to introduce historical elements into the teaching of mathematics became a major innovation for the teaching practice. And it became

a key conception for this new approach to use original sources, giving thus access to the spirit and practice of former mathematics.

These works were always realised in close cooperation between researchers and mathematics teachers. An impressively great number of teaching materials and books were published over this period. Bi-annual conferences unite researchers and teachers – their title “*école d’été*” expresses very nicely the goal to learn there for later applying - and disseminate the results for use in classroom. The title of the volume with a collection of French contributions to this use of history, *Let history into the mathematics classroom*, published by Springer in 2018, expresses this conception neatly. As I was learning recently, history of mathematics will become a topic in the new mathematics syllabi. Likewise significantly, the *Académie des Sciences* has distinguished the book *Passerelles: enseigner les mathématiques par leur histoire au cycle 3*, elaborated by the Committee as a source for the mathematics teachers to practice the use of history in their classrooms, by the Award “*prix du livre de l’enseignement scientifique*” for 2019.

Introducing history of mathematics into mathematics teaching turned out not only to change the culture of the mathematics teachers and the classroom practice in France, it effected an enormous impact upon the international developments of mathematics education. Converging with a movement in England for the use of history in the teaching of mathematics, the French Inter-IREM group contributed decisively to establish a broad international cooperative work for this innovative strand. With it, the HPM emerged – The International Study Group on the relations between the HISTORY and PEDAGOGY of MATHEMATICS -, supporting this movement by regular newsletters and conferences. The volume *History in Mathematics Education. The ICMI Study* (eds. John Fauvel & Jan van Maanen; 2000) , result of an ICMI Study prepared by a conference at the CIRM in 1998, became the standard reference work for the use of history for teaching.

And one more important initiative of this French Inter-IREM Committee has to be evoked, being an enormously successful international activity for practicing the use of mathematics: it was in 1993, at Montpellier, that took place the first *Université d’Été Européenne d’Histoire et Épistémologie des Mathématiques dans l’Éducation Mathématique*. This turned out to become a very important series of conferences, occurring all three or four years, with an enormous number of mathematics teachers participating. Having addressed from its beginnings participants from Europe, it became eventually renamed in English as ESU, or *European Summer University History and Epistemology in Mathematics Education*, but still with the IREM Committee as its supporting structure. Last year, in 2018, took it place as the – already – ninth ESU.

Resuming, the French IREM deserve perfectly the Emma-Castelnuovo Award and I am strongly recommending to distinguish them with this Award.

With kind regards



Gert Schubring

(Universität Bielefeld/Universidade Federal do Rio de Janeiro)

### 5.3 Soutien des IREM du Brésil



To

**Konrad Krainer**

Chair of the Emma Castelnuovo ICMI Award

From

**Tânia Maria Mendonça Campos**

Emeritus president of the IREM-Brasil **Marlene Alves Dias**

Coordenadora do IREM-Anhanguera

Universidade Anhanguera

**Verônica Gitirana, Valdir dos Santos Júnior, Cristiane Rocha, Rogério Ignácio,**

**Iranete Lima**

Grupo Pro-IREM-UFPE

Universidade Federal de Pernambuco

**Wagner Rodrigues Valente**

Coordenador do GHEMAT-IREM-UNIFESP

Universidade Federal de São Paulo, Campus Guarulhos, SP

#### **Letter of soutien pour la candidature du réseau international des IREM à la médaille Emma Castelnuovo.**

Nowadays, Brazil has three IREM groups - IREM-Anhanguera, GHEMAT-IREM-UNIFESP, and Pro-IREM-UFPE - which together constitute IREM-Brazil. Representing IREM-Brazil, we are sending this letter to lend our unreserved support to the IREM International network application for the Emma Castelnuovo Medal.

Fifty years-old, the IREM Network covers French territory, and it is nowadays making a great effort towards building an international network. Today associated structures exist in nine other countries and work in line with the IREM spirit and values, bridging academic research in mathematics education and history, and schools, considering in equal respect teachers, teacher educators and researchers who work there in a collaborative way, and developing a diversity of projects and publications that propagate mathematics teaching research and experiences.

IREM-Brazil is one of these structures. It started in 2008, in a jointly initiative of Prof. Michèle Artigue and Prof. Tânia Maria Mendonça Campos, following a collaboration with the IREM of Paris started in the late eighties. Based in Uniban, currently IREM Anhanguera, according to its own status and in the framework of the IREM missions, IREM-Brazil has developed its actions in four essential directions:

- Research on mathematics teaching and on research training for teachers from all school levels;
- Preservice and in-service mathematics teacher education;

- Production, experimentation, publication and diffusion of documents, software programs, pedagogic products, for teaching and teacher training;
- Contribution to the IREM International Network work.

In 2018, two other research groups of Brazilian universities having also links with French universities and IREMs, especially through CAPES-COFECUB cooperation projects and the High Studies Schools undertaken in diverse universities, such as UFPE expressed the desire to create similar structures and to join IREM-Brazil. The GHEMAT-IREM-UNIFESP was created and the other group Pro-IREM-UFPE is still in the process of being constituted as IREM.

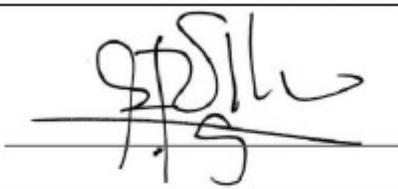
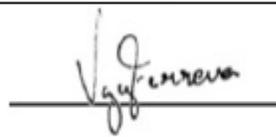
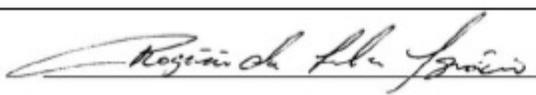
During all this time, many initiatives of IREM-Brazil, and from the groups that nowadays constitute IREM-Brazil, end-up with trainings for research of masters and doctors, many of them acting on different schools levels, particularly, on university level. It contributes with pre-service and in-service teacher education through cooperation between the universities and State Education Bureau in São Paulo and Pernambuco states, through different projects, such as Observatory of Education funded by the Ministry of Education. The results of research and training are disseminated through seminars, journals and meetings in the State Education Bureaus, in regional offices located in different places of the states or in the university itself. The national and international publications have contributed to disseminate the outcomes of the research and training carried out in Brazil, as well as in IREM-Brazil. In all these activities and publications, the influence of French didactic theories and of innovations developed within the scope of the international IREM network is clear.

The work that has been carried out by these different Brazilian groups improved the contacts and internal exchanges. This opportunity to work together through network actions, considering a rich set of training activities at the various levels of schooling as already being promoted in IREM-Brazil entities - those already constituted and those in the process of formalization - aggregates national and international researchers, teachers of all levels, students and post-graduate teachers. It contributes to the training of a substantial number of master and doctorate students about current themes associated with the teaching of mathematics. IREM actions have also helped in the changes that have been proposed so that the Brazilian students present better results in the national and international evaluations, since the international evaluations could be analyzed through different cultural perspectives.

Due to the results, we have obtained through the reflections carried out jointly with the support of the researchers related to IREMs and the documents and materials that we can adapt to our reality, we consider especially important the role of the IREM International network for the development of an effective teaching of mathematics that goes beyond the borders of French schools and universities.

Based on this long-term internationally cooperation and influential achievements, the IREM-Brazil highly supports the nomination of IREM International Network for the 2019 Emma Castelnuovo Medal.

Brazil, May 28, 2019

<u>Tânia Maria Campos</u>	Tânia Maria de Mendonça Campos Emetitus President of IREM-Brazil
<u>Marlene Alves Dias</u>	Marlene Alves Dias Coordenadora do IREM-Anhanguera Universidade Anhanguera
	Wagner Rodrigues Valente Coordenador do GHEMAT-IREM-UNIFESP Universidade Federal de São Paulo Campus Guarulho
	Verônica Gitirana Grupo Pro-IREM-UFPE Universidade Federal de Pernambuco
<u>Valdir D. dos Santos Jr</u>	Valdir dos Santos Junior Grupo Pro-IREM-UFPE Universidade Federal de Pernambuco
	Iranete Lima Grupo Pro-IREM-UFPE Universidade Federal de Pernambuco
<u>Cristiane de Arimateia Rocha</u>	Cristiane Rocha Grupo Pro-IREM-UFPE Universidade Federal de Pernambuco
	Rogério Ignácio Grupo Pro-IREM-UFPE Universidade Federal de Pernambuco

## 6 Coordinators du dossier

ANNE CORTELLA, Maître de Conférences à l'université de Montpellier  
Directrice de l'IREM de Montpellier,  
Présidente de l'Assemblée des Directeurs d'IREM-&-S  
[anne.cortella@umontpellier.fr](mailto:anne.cortella@umontpellier.fr)

PIERRE ARNOUX, Professeur des Universités à l'Université d'Aix MARseille  
Président du comité scientifique des IREM-&-S  
[pierre@pierrearnoux.fr](mailto:pierre@pierrearnoux.fr)