Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (France)

Compte rendu scientifique du séminaire 2016 du réseau international

Sommaire

1. Argumentaire de présentation du colloque 3

2. Planning du colloque 9

3. Allocution d'introduction (Vincent Blanloeil, directeur de l'UFR de mathématiques, Université de Strasbourg) 12

4. Historique des IREM (André Antibi, président honoraire de l'ADIREM) 13

5. Conférence : les potentialités de l'enseignement et de la formation à distance (Richard Cabassut, LISEC) 16

6. Présentations de quelques délégations 17

Délégation du Sénégal 17

Délégation de la République Démocratique du Congo 20

Délégation du Mali 22

Délégation de Tunisie 25

Délégation du Niger 29

Délégation du Maroc 34

Délégation de Madagascar 36

Délégation du Pérou 51

7. Ateliers 56

Raisonnement mathématique sous toutes ses formes 56

Créativité en mathématiques 59

Relations mathématiques-chimie 62

Didactique des mathématiques 77

COPIRELEM 78

Histoire et épistémologie 80

GéoGébra 82

Popularisation des mathématiques 82

8. Table ronde de Clôture 89

9. Texte dans le bulletin de la Commission Française de l'Enseignement des Mathématiques 95

10. Liste des participants 98

11. Quelques photos 100

1. Argumentaire de présentation du colloque

Colloque du Réseau International des IREM

Formation des enseignants de Mathématiques ici et ailleurs

Université de Strasbourg

Du 2 au 4 juin 2016

Fabrice VANDEBROUCK (IREM de Paris, Université Paris Diderot)
Président de l'ADIREM (Assemblée des directeurs d'IREM)
vandebro@univ-paris-diderot.fr

Panorama général sur les IREM

Les Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) sont des **structures universitaires**, où peuvent travailler ensemble, sur des contenus mathématiques ciblés, des enseignants du primaire, du secondaire et du supérieur.

La mission première des groupes IREM est la recherche, la production et la diffusion de ressources à destination des enseignants et des formateurs (brochures, vidéos, ressources en ligne…) ainsi que l'organisation de rencontres et stages de formation continue pour les enseignants de mathématiques. Les IREM interviennent aussi dans la formation initiale des enseignants et ils assurent également et de plus en plus des actions de diffusion et de popularisation des mathématiques, à destination des élèves et du grand public. Leur action est réaffirmée dans le texte ministériel « Stratégie mathématiques » du 1er décembre 2014 : http://www.education.gouv.fr/cid84398/strategie-mathematiques.html

La force des IREM, qui furent mis en place progressivement entre 1969 et 1973, est de s'être constitués en réseau national, structuré autour de l'Assemblée des directeurs (ADIREM) avec un comité scientifique (CS), des commissions inter IREM (C2I, quinze) et des publications et rencontres nationales dont la qualité et l'utilité sont reconnues par les enseignants, les formateurs et les partenaires institutionnels (ministères, corps d'inspections notamment).

Les IREM forment maintenant un réseau d'environ un millier d'enseignants et chercheurs en mathématiques, histoire et didactique des mathématiques. Ils se répartissent dans toute la France : 28 IREM (c'est-à-dire, à quelques exceptions près, un IREM par académie). Leurs travaux portent sur tous les niveaux du système éducatif, du premier degré à l'université. A travers leurs publications,

leurs actions de formation continue, les actions de diffusion scientifique ou les colloques organisés au sein du réseau, ce sont au moins dix mille enseignants de mathématiques qui sont en contact avec les IREM chaque année.

L'action des IREM et de leur réseau est reconnue et soutenue par le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR). La convention cadre qui lie l'ADIREM au Ministère a été renouvelée fin 2014 pour une période de 3 années. Elle précise les moyens que la DGESCO et la DGESIP accordent au réseau des IREM. Ces moyens sont indirects, via les différents rectorats et les différentes universités, mais aussi directs et pilotés nationalement par l'ADIREM : plus de 11000 heures d'enseignement pour les enseignants de terrain s'investissant dans des groupes IREM en 2014/2015 et un budget de fonctionnement de 35000 euros pour l'année 2015.

Dès les années 70, dès leurs créations, les IREM ont noué des collaborations avec des universités étrangères développant la formation des enseignants, afin de valoriser des structures sur leur modèle dans ces universités. A cette époque existait déjà à Kinshasa le C.R.E.M. Centre de Recyclage pour l'Enseignement de la Mathématique dont les activités principales étaient l'élaboration de fiches-élèves, le recyclage par correspondance des enseignants et des émissions hebdomadaires à la Radio Scolaire. Les crédits de fonctionnement étaient accordés dans le cadre d'une opération du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) de la France, fonds gérés par un comité interministériel présidé par le ministre de la coopération. Le reséau international s'est structuré progressivement à partir des ces années là avec la création de nombreux IREM en Afrique Francophone (Niger, Mali, Sénégal, République du Congo, République Démocratique du Congo, Madagascar…) mais aussi en Amérique Centrale (Costa-Rica, Guatemala, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Panama), en Argentine, en Bolivie, au Brésil, au Pérou ainsi bien sûr qu'au Benelux.

Un premier séminaire international des IREM a été organisé au CIEP à Sèvres en Mars 2006 sur initiative de l'ADIREM. Dix ans après, l'ADIREM va tenir le deuxième colloque du réseau international des IREM les 2,3 et 4 juin à l'Université de Strasbourg. Une communciation sur ce thème a d'ores et déjà été faite au colloque Espace Mathématique Francophone, à Alger, en Octobre 2015.

Quelques réalisations des IREM

Le portail des IREM http://www.univ-irem.fr/ rassemble des activités phare des IREM :

- Des ressources pour la formation initiale et continue des enseignants, par exemple les vidéos qui ont été utilisées à l'occasion du MOOC EFAN Maths ou un dossier de publications pour les enseignants sur la démarche d'investigation ;

- Des liens vers les revues du réseau des IREM, à destinations des enseignants, des futurs enseignants et de leurs formateurs, notamment Petit *x* ; Grand N et Repères IREM ;

- Des ressources pour les activités périscolaires ou pour la diffusion des mathématiques auprès des élèves et du grand public ;

- Des liens vers les sites des 28 IREM où l'on trouve également de nombreuses ressources.

On y trouvera aussi le lien vers les rapports d'activités du réseau des IREM.

Un nouveau séminaire international des IREM en Juin 2016

Les activités des IREM, même si elles ont été amenées à évoluer au cours des années, restent plus que jamais nécessaires :

- Susciter et mettre en pratique les recherches en didactique et en histoire des mathématiques ;
- Contribuer à l'expérimentation pédagogique
- Elaborer des documents pour enseignants et formateurs
- Contribuer à la formation initiale et continue des enseignants
- Contribuer aux actions de culture scientifique et technique en particulier la promotion des mathématiques auprès des élèves et du grand public.

Ces actions peuvent perdurer au niveau international si un nouvel élan est donné au réseau international des IREM. La diversité extrême des contextes est un atout pour la réflexion menée dans chacun des pays concernés, y compris la France amenée à revoir ses dispositifs de formation en fonction de la conjoncture éducative. Les échanges internationaux, les programmes de recherche ou de production de ressources, permettent un regard extérieur sur les fonctionnements dans chacun des pays, introduisent de nouveaux questionnements, diffusent, stimulent et enrichissent les systèmes éducatifs.

Le colloque permettra de relancer des échanges de formateurs et de ressources entre les différents pays, la conception collaborative de ressources pour les enseignants et les formateurs, l'appui à des mises en place de formations de formateurs ou la mise en place de formations doctorales en didactique des mathématiques comme il s'en est développé en France.

Détail des objectifs poursuivis

- Mettre en réseau des enseignants et des chercheurs au niveau international pour développer des études comparatives sur l'enseignement des mathématiques dans divers pays ; **favoriser les associations des universités françaises et étrangères pour répondre à des appels d'offres internationaux** (Par exemple, les chercheurs français ne peuvent pas candidater directement aux appels d'offres de l'AUF, mais ils peuvent être associés à un dossier déposé par une université étrangère.).

- Organiser en commun des symposiums ou des groupes de travail dans les congrès internationaux sur l'enseignement des mathématiques (ICME 2016, EMF 2018…). Ce sera déjà le cas à EMF2015 où les responsables du projet PReNuM-AC de développement de ressources pour l'enseignement des mathématiques - projet Inforoutes de l'OIF - ont demandé une réunion ouverte pour présenter l'expérience et discuter l'usage des ressources.

- **Trouver des laboratoires d'accueil et des terrains de recherche à l'étranger** pour des doctorants et chercheurs français en didactique des mathématiques et en ethnomathématique ; **favoriser l'accueil dans les universités françaises de doctorants** étrangers en didactique des mathématiques et en ethnomathématique **; mise en place dans les pays du réseau international de formations doctorales** en didactique et en ethnomathématiques.

- Mettre en réseau les sites internet des IREM français et étrangers afin de donner davantage de visibilité à la culture spécifique développée par les IREM ; **réaliser des expertises, des évaluations, des montages de projet** pour des pays souhaitant créer des organismes de recherche et de formation sur le modèle des IREM**.**

- Créer des ressources collectives en ligne gratuites et trilingues (français, anglais, espagnol) pouvant être utiles à l'enseignement des mathématiques dans tous les pays ; inciter des enseignants - et chercheurs - étrangers à diffuser leurs initiatives et à publier dans les revues du réseau des IREM français (Repères-IREM, petit x, grand N…). Soutenir une nouvelle revue spécifique du réseau international.

- **Favoriser des échanges de formateurs du réseau international des IREM** et de ressources collectives qui y sont produites. **Soutenir la mise en place de formations de formateurs en mathématiques** dans les pays du réseau **en appui sur les réseaux de formateurs français.**

- Favoriser des échanges mathématiques entre élèves et étudiants de divers pays (organisation de rallyes mathématiques internationaux, de séjours linguistiques et scientifiques, etc.)

- Contribuer au rayonnement international de la communauté mathématique francophone

Les thèmes du colloque

Un site de préinscription a été ouvert depuis le 21 octobre 2015. Plus de 10 collègues étrangers se sont déjà préinscrits. L'inscription devient définitive lorque les conditions d'accueil sont établies et les questions de financements des transports réglées.

https://docs.google.com/forms/d/1rcD3RqRCI9WYzWVQlGwO4J08Ms8NQ0eR5W4eiWz_INY/viewform?usp=send_form

Les participants sont invités à intervenir en séance plénière ou en atelier. Les thèmes développés dans le séminaire et qui font l'objet d'un appel à contribution et à conférenciers sont les suivants :

- l'état, les dispositifs et les initiatives de formation continue des enseignants de mathématiques dans les pays du réseau international ;
- la formation initiale des enseignants, les programmes de formation et d'enseignement : multiplicité, écarts, harmonisation ;
- la formation à distance des enseignants de mathématiques.

Les ateliers en parallèles seront coanimés dans la mesure du possible par des responsables de commissions thématiques inter-IREM (C2I) et par des animateurs du réseau international. Par exemple un atelier sur le thème « Histoire et Epistémologie des Mathématiques » sera coanimé par des membres de la C2I Histoire et Epistémologie et par une délégation de l'IREM de Madagascar.

D'autres collaborations sur d'autres thèmes sont en cours (introduction des technologies, popularisation des mathématiques, mathématiques et autres sciences, didactique des mathématiques, liaison lycée-université…). Dans ces ateliers, les participants présenteront des éléments significatifs de leurs travaux et de leurs ressources, introduisant les échanges approfondis et croisés. La langue du colloque sera le français avec une double présentation français-espagnol.

Comité Scientifique et d'Organisation

Fabrice Vandebrouck (Université Paris-Diderot, Directeur IREM de Paris, Président de l'ADIREM)
Pierre Arnoux (Aix Marseille Université, Président du CS des IREM)
Gilles Damamme (Université de Caen, Directeur IREM Basse Normandie)
Bernard Egger (Professeur, Président de l'APMEP)
Josiane Nervi-Gasparini (Université de Strasbourg, Directrice IREM d'Alsace)
François Pluvinage (Chercheur au CINVESTAV)
Dominique Tournès (Université de la Réunion, Directeur IREM de La Réunion)

Liste des intervenants du réseau français des IREM

- Michèle Artigue (Professeur émérite, Université Paris Diderot, Médaille Klein 2013 de l'ICMI – International Conference on Mathematical Instruction)
- André Antibi (Professeur émérite, Université Toulouse, ancien président de l'ADIREM)
- Richard Cabassut (Maître de conférences, ESPE de Strasbourg)

Liste des intervenants potentiels des IREM étrangers

- Mahamadou Sangharé (directeur de l'École doctorale de mathématiques-informatiques (Edmi) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Ucad), Sénégal)
- Moustapha Sokna (chef du département de mathématiques de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal)
- Kalifa Traoré (directeur de l'Institut universitaire de technologie à l'Université de Koudougou, Burkina-Faso)
- Fernand Malonga (ENS de l'Université Marien Ngouabi du Congo-Brazzaville)
- Lawrence Diffo Lambo (ENS Yaoundé, Cameroun)
- André Totohasina (directeur de l'équipe d'accueil de didactique des mathématiques et de l'informatique, Université d'Antsiranana, Madagascar)
- Élysé Rajaonarimanana (ENS d'Antananarivo, Madagascar)
- Rouayane Mouhammed (école normale supérieure de Rabat)
- Kahlid Najib (Ecole nationale supérieure des mines de Rabat)
- Karam Aloui (Université de Sfax)
- Tawfik Charrada (ATSM)

Participants prévus

- Les directeurs des IREM en France et quelques animateurs d'IREM suivant les questions internationales (25)
- Des représentants des C2I et des membres du CS des IREM (15)
- Des délégations étrangères de 2 ou 3 personnes par pays, idéalement un universitaire - d'une université dotée d'un IREM ou à même d'en développer un - et un enseignant de terrain, venant de Belgique, du Maghreb, d'Afrique francophone, du Canada, d'Amérique Latine (40).
- Enseignants-chercheurs et enseignants du second degré de l'Académie de Strasbourg (10) – le colloque a été inscrit au Plan Académique de Formation de l'académie de Strasbourg. Le colloque sera ouvert dans la limite des capacités d'accueil aux professeurs stagiaires et étudiants MEEF de l'académie de Strasbourg.

Organisation pratique

Les délégations (invitées) étrangères seront en visite pendant un séjour d'une à trois semaines. Le séjour débutera par le séminaire ADIREM qui sera le point initial de ralliement (**Strasbourg, 2 au 4 juin 2016, accueil à partir du mercredi 1er juin, départ le 5 juin**). **Le séjour à Strasbourg sera pris en charge par le réseau des IREM, dans la mesure des possibilités du financement obtenu nationalement**. L'hébergement le temps du séjour à Strasbourg pour une cinquantaine de personnes est déjà réservé. La question du prolongement du séjour sera à étudier au cas par cas en raison de

l'extrême diversité des situations. Les délégations pourront être accueillies après le séjour dans un IREM partenaire – sur le territoire français. Les délégations auront alors la possibilité de participer

- au colloque CORFEM les 9 et 10 juin 2016 à Nîmes, colloque des formateurs d'enseignants du second degré http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique13 ;

- au colloque COPIRELEM les 14, 15 et 16 juin 2016 au Puy-en-Velay, colloque des formateurs d'enseignants du premier degré http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique12 ;

Leurs frais d'inscription à ces colloques seront pris en charge par l'ADIREM**. Le financement sollicité par les délégations doit donc couvrir leur transport aller-retour et leur séjour éventuel au-delà des 4 journées du colloque international, soit 70 euros par jours supplémentaires.** Les quelques déplacements en France pour rallier l'IREM partenaire, Nîmes et Le Puy-en-Velay doivent être aussi comptabilisés. Le document présenté ici doit servir d'appui à la demande de financement des participants.

Calendrier

1er Octobre 2015 : Deuxième annonce du colloque, lancement des demandes locales de financement

21 octobre 2015 : Préinscription en ligne

30 novembre 2015 : Publication du premier planning prévisionnel

Octobre-Novembre-Décembre : aides aux financements des préinscrits, organisation des séjours prolongés…

15 avril : Inscriptions définitives sur justificatif de financement et de billets d'avion

Soutiens financiers acquis

ADIREM : Assemblée des Directeurs d'IREM
AUF : Agence Universitaires de la Francophonie
Université Paris Diderot
Université de Strasbourg
IREM de Strabourg
UFR Mathématiques et Informatiques, Université de Strasbourg
IRMA : Institut de Recherche Mathématiques Avancées, UMR 7501
Maison pour la science en Alsace
Projet MC² http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?article790
APMEP Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public
CASDEN
Conseil Régional Alsace

Réseau International des IREM

L'Assemblée des Directeurs d'IREM
- Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques -

irem

présente

Le séminaire 2016 du GIS ADIREM

Formation des Enseignants de Mathématiques ici et ailleurs

Colloque du réseau international des IREM

Du 2 au 4 juin 2016
Université de Strasbourg

Conférences, Tables Rondes, Ateliers

Créer des ressources collectives mutualisables

Favoriser la formation des enseignants de mathématiques

Mettre en réseau enseignants et chercheurs au niveau international

Comité Scientifique et d'Organisation : Fabrice Vandebrouck (Directeur IREM de Paris, Président de l'ADIREM), Pierre Arnoux (Président du CS des IREM), Gilles Damamme (Directeur IREM Basse Normandie), Bernard Egger (Président de l'APMEP), Joriane Nervi-Gasparini (Directrice IREM d'Alsace), François Pluvinage (Chercheur au CINVESTAV) et Dominique Tournès (Directeur IREM de La Réunion)

L'accueil des délégations internationales pourra se poursuivre dans des IREM partenaires ainsi que par le colloque CORFEM les 9 et 10 juin 2016 à Nîmes et le colloque COPIRELEM les 14, 15 et 16 juin 2016 au Puy-en-Velay

Pour toute information supplémentaire, visitez le portail des IREM http://www.union-irem.fr

2. Planning du colloque

1er jour – jeudi 2 juin 2016 – 13h30-19h

13h00 - 14h30 – Accueil des participants - café

14h30 – 19h : Plénières Amphi (Petit amphithéâtre - PAM)

14h30-14h40 : Intervention du Président de l'Université de Strasbourg, Monsieur Beretz, ou de son représentant.

14h40-14h50 : Intervention du Directeur de l'UFR de Mathématique et Informatique, Monsieur Blanloeil, ou de son représentant.

14h50 – 15h50
Fabrice Vandebrouck, Université Paris Diderot, Président de l'ADIREM
Michèle Artigue, Université Paris Diderot, Présidente honoraire du comité scientifique des IREM, Médaille Klein : *Présentation des IREM et de leur réseau dans l'institution française*
André Antibi, Université Toulouse 1, Président honoraire de l'ADIREM : *La naissance du réseau international des IREM*
Michel Fréchet, responsable des relations internationales à l'APMEP : P*résentation de la fédération internationale de l'APMEP*

15h50 : Pause

16h50 -17h10 : Partenariat et complémentarité avec d'autres institutions.
- Intervention du directeur de l'IRMA, Monsieur Yann Bugeaud
- Intervention de la directrice de la MSA – Maison pour la Science en Alsace -, Madame Mélodie Faury.

17h10 -18h30
« Présentation des IREM à l'étranger, de leur organisation et de leurs activités»
Chaque délégation présentera en 15 minutes maximum son IREM de rattachement, ses activités, ses ressources principales, ses collaborations et ses attentes vis-à-vis du réseau international. L'ordre est indicatif.
Délégation de l'IREMPT à Dakar : El Hadj Cheick Mbacké Diop, Moustapha Sokhna et Cissé Ba
Délégation de l'IREM UPN à Kinshasa : Alexandre Mopondi, Jean-André Muanza, Benjamin Mugaru Dawa, Lambert Nsweya, Octave Moleka, José Indenge et Pierre Claver Boma
Délégation de l'UREM à Brazzaville : Christian Taty, Fernand Malonga et Mathias Omporo
Délégation de l'IREM de Niamey : Amidou Morou et Rabiou Ousman

18h30-19h
Présentation du portail des IREM, des revues et brochures des IREM et de leur réseau
Préparé par la Commission Inter-IREM *Publimath* et la Commission Inter-IREM *Repère IREM*

2ème jour - Vendredi 3 juin 2016

9h-10h30 (PAM)
« Enseignement et formation à distance en mathématiques : enjeux et perspectives »
Richard Cabassut
IREM de Strasbourg, LISEC-EA2310 - Université de Strasbourg.
Nous étudierons différents exemples d'enseignement et de formation à distance impliquant les mathématiques : dans différents pays, en formation initiale, en formation continue, dans divers dispositifs (formations hybrides, MOOC, vidéos en ligne …). Nous illustrerons les difficultés de l'appropriation de ces dispositifs mais aussi leur potentialité, en précisant les enjeux et les perspectives.

10h30 : Pause/Inscriptions aux ateliers

11h-12h30 : Premières sessions d'ateliers (25 participants maximum par atelier)

Les ateliers en parallèles seront dans la mesure du possible coanimés par des responsables ou membres de commissions thématiques inter-IREM (C2I) et par des animateurs du réseau international. Ces ateliers seront ouverts non seulement aux participants au colloque, mais aussi aux animateurs de groupes IREM de Strasbourg, aux formateurs ESPE de Strasbourg, aux formateurs de la MSA, aux étudiants MEEF de l'UNISTRA et aux doctorants en didactique des mathématiques.

Atelier 1	Atelier 2	Atelier 3	Atelier 4
Salle T20 GeoGebra : un logiciel multi-plateforme : atelier introduit par les travaux de la C2I TICE (*)	Salle C7 La pensée créative en mathématique Atelier introduit par C. Mercat, P. Lealdino Filho (IREM de Lyon) et Imane El Berrai (Maroc)	Salle C5 Pluridisciplinarité Atelier introduit par Fernand Malonga (UREM du Congo Brazzaville)	Salle C11 Atelier de didactique des mathématiques : Fabrice Vandebrouck (IREM de Paris)

(*) C2I Commission Inter-IREM, TICE Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

12h30-14h30 : Pause-repas

14h30-15h45
« Présentation des IREM à l'étranger, de leur organisation et de leurs activités – deuxième session »
Chaque délégation présentera en 15 minutes maximum son IREM de rattachement, ses activités, ses ressources principales, ses collaborations et ses attentes vis-à-vis du réseau international. L'ordre est indicatif.
Délégation de l'IREM du Pérou à Lima : Azabache Caracciolo Haydée Zenaida, Gonzales Hernandez Cintya Sherley et
Délégation de l'IREM du Brésil à Sao Paulo : Tania Campos et Valente Wagner
Délégation du Mali à Bamako : Sinali Dissa
Projet de création des IREMI de Madagascar : André Totohasina et Elysée Rajaonarimanana

15h45 : - Visite de la MSA avec Mélodie Faury, directrice de la MSA, Marc Wambst, maître de conférences en mathématique et Emmanuel Baroux, Ingénieur de Formations à la MSA

- Visite libre de Strasbourg

19h : Repas festif du séminaire ADIREM au FLAM'S (tartes flambées), 29 rue des Frères, près de la Cathédrale.

3ème jour - Samedi 4 juin 2016

9h-10h30 (PAM)

« Création de structures de type IREM à l'étranger : témoignages »

Chaque délégation présentera en 15 minutes maximum les activités de formation des enseignants de mathématiques et ce qui pourrait se faire en lien avec le réseau des IREM existant. L'ordre est indicatif. Les exposés seront suivis d'une première discussion sur les actions concrètes à lancer ou renouveler.

Délégation Camerounaise : Nicolas Gabriel Andjiga, Lawrence Diffo Lambo, Désiré Feugueng, Patrick Tchonang Youkap, Judith Njomgang

Délégation Algérienne : Samia Mehaddene (Présidente A2DEMTI), Rachid Mehaddene, Mohamed Aidene, Kahina Louadj et Youcef Taleb

Délégation Tunisienne : Taoufik Charrada (Président ATSM), Karam Aloui, Ali Rahmouni

Délégation Marocaine : Mouhammed Raouyanne, Khalid Najib, Imane El Berrai

10h30 : Pause

11h– 12h30 - Deuxièmes sessions d'ateliers (25 participants maximum par atelier)

Atelier 5 Salle C5 Le raisonnement mathématique sous toutes ses formes Atelier introduit par la C2I Lycée (Denise Grenier) + Judith Njomgang (Cameroun)	Atelier 6 Salle C14 Enseignement primaire et formation des enseignants du primaire Atelier introduit par les travaux de la COPIRELEM	Atelier 7 Salle C11 Histoire et Epistémologie Atelier introduit par la C2I Histoire et épistémologie (D. Tournès) et IREM de Madagascar (E. Rajaonarimanana Herinaina et A. Totothasina)	Atelier 8 Salle C7 Popularisation et Rallyes. Atelier introduit par la C2I Pop Maths (G. Damamme, AM. Aebischer et P. Frétigné), I. Audra (Rallye RMCAN) et M. Amidou, R. Ousman (IREM du Niger)

12h30 : Pause repas

14h30 – 16h (PAM)

Table ronde : « *Quelle suite donner à ce colloque ? Quelles initiatives concrètes en matière de formation, d'élaboration et mutualisation de ressources, de publication, d'encadrement doctoral ? Quelles collaborations et actions effectives entre IREM en matière de formation, de recherche, de production de ressources ? … »*

Discussion introduite par Antoine Bodin (IREM d'Aix-Marseille) et par le groupe IREM GREMA (Groupe de Recherche sur l'Enseignement Mathématiques en Afrique) de l'IREM de Paris

3. Allocution d'introduction (Vincent Blanloeil, directeur de l'UFR de mathématiques, Université de Strasbourg)

Je me fais ici le porte-parole d'Alain Beretz, Président de l'Université de Strasbourg retenu par d'autres obligations, qui me charge de vous accueillir et de vous exprimer ses vœux de pleine réussite dans vos travaux.

C'est avec grand plaisir que je vous souhaite la bienvenue à Strasbourg pour le colloque ***la formation des enseignants de mathématiques ici et ailleurs*** organisé par le réseau international des IREM auquel plus de quinze délégations étrangères sont attendues. L'Université de Strasbourg se félicite de pouvoir exprimer à nouveau son soutien à l'IREM de Strasbourg et à sa Directrice, Mme Josiane Nervi, en mettant à disposition des locaux et en offrant son aide à l'IREM de Strasbourg qui a pris naturellement en charge l'organisation matérielle de cet événement en tant que membre du G.I.S. ADIREM.

Le partenariat entre l'Université de Strasbourg et l'IREM remonte à 1969, date de la création du premier IREM de France, avec l'intégration de l'IREM dans l'Institut de Mathématiques puis dans l'UFR Mathématique et Informatique. Bien que l'IREM de Strasbourg soit une composante de l'UFR MI, il bénéficie depuis sa création d'un budget propre lui donnant une réelle autonomie. Son dynamisme, la qualité de ses activités et de ses productions scientifiques sont unanimement reconnues par notre communauté, comme on peut le voir par exemple avec son implication dans la revue *Annales de didactique et de sciences cognitives*. Mais c'est plus particulièrement autour des interfaces réalisées entre l'Université, le secondaire, la recherche fondamentale et la didactique que l'IREM de Strasbourg a su se positionner et devenir un partenaire incontournable ; ceci sans négliger ses missions de formation (initiale et continue) avec, plus récemment, la partenariat fructueux avec la Maison pour la Science en Alsace, sous l'égide de l'académie des sciences et de la fondation *La main à la pâte*. Je saisis cette occasion pour saluer la présence de la directrice de la MSA, Mme Faury, présente parmi nous.

Depuis sa création, l'IREM de Strasbourg a fait le choix d'enrichir sa bibliothèque d'ouvrages de références. Cette bibliothèque est devenue un lieu de travail mais aussi un lieu de rencontre pour les différents publics étudiants, enseignants et chercheurs. En l'absence d'un laboratoire de didactique des mathématiques à Strasbourg, c'est l'IREM qui fédère les travaux et réflexions des enseignants-chercheurs, enseignants des premier et second degrés dans ce domaine et qui permet grâce au réseau des IREM d'irriguer et d'enrichir ces productions. Je souligne également le soutien apporté par l'IRMA, l'Institut de Recherche Mathématique Avancée dont le directeur M. Yann Bugeaud est parmi nous aujourd'hui.

De nombreux participants sont venus chercher une inspiration dans les solutions mises en œuvre dans les IREM pour répondre aux difficultés que rencontre partout notre discipline tant du point de vue de son image auprès d'un large public que du recrutement de jeunes mathématiciens. Cette rencontre sera une nouvelle occasion de poser ensemble un constat, de réfléchir et d'échanger pour que naissent de nouvelles structures adaptées aux histoires singulières de chacun des pays.

Dans l'organisation même des IREM, une grande diversité prévaut, même si le réseau national et notamment l'assemblée des directeurs et le conseil scientifique des IREM font le lien et fixent les grandes orientations des activités des IREM. L'ancrage (tant administratif que géographique) de l'IREM de Strasbourg dans l'UFR Mathématique et Informatique nous a permis de mener à bien de nombreux projets en direction du public scolaire et du grand public afin de contribuer au rayonnement de notre discipline comme par exemple

- l'organisation d'ateliers conçus et animés par des universitaires pour des élèves de lycée dans le cadre des programmes mahC2+ ou math en Jeans,
- la tenue d'un rallye mathématique (44ème édition) qui rassemble 600 élèves de sections scientifiques de lycées de l'académie et de l'étranger,

- l'organisation de conférences grand public (Cédric Villani, Tadashi Tokieda, Laure Saint-Raymond, Wendelin Werner).

Nous avons cette année confié à l'IREM une mission de réflexion sur les programmes qui devront faire l'objet de notre nouvelle maquette 2018-2022. Et enfin, l'IREM et l'UFR sont partenaires dans le cadre du projet Université de Sciences en ligne (Unisciel).

Je fais le vœu que notre expérience pourra vous inspirer et je vous souhaite à tous d'excellents travaux.

4. Historique des IREM (André Antibi, président honoraire de l'ADIREM)

LA NAISSANCE DU RESEAU INTERNATIONAL DES IREM

André Antibi, Strasbourg, le 2 Juin 2016

Introduction

C'est avec un grand plaisir que je participe à ce colloque ; mais aussi avec un peu de nostalgie car je suis sûr que si le gouvernement français avait aidé, même très peu, le réseau international des IREM, celui-ci aurait pu avoir un essor considérable.

En effet le modèle IREM est original et très apprécié dans de nombreux pays étrangers.

Un grand merci au comité d'organisation, et plus particulièrement à Fabrice Vandebrouck qui soutient fortement le réseau international des IREM.

Une précision importante : la collaboration avec certains pays en voie de développement pourrait laisser penser que la France a un rôle de "formation". Il n'en est rien : chaque pays peut avoir des idées pédagogiques intéressantes et nous en faire profiter. Il y a donc clairement un intérêt réciproque à fonctionner en réseau international.

1. Spécificités du modèle IREM

- Quelques mots sur l'histoire des IREM

Les Instituts de Recherche sur l'enseignement des Mathématiques (IREM) ont été créés dans les années 70. Leur mission essentielle était alors d'aider les professeurs à enseigner les mathématiques modernes. Celles-ci ont rapidement disparu des programmes de l'enseignement secondaire, mais les IREM existent toujours. Leur mission a donc évolué et concerne l'enseignement des mathématiques en général.

- Trois points forts :

Ces instituts présentent essentiellement trois spécificités importantes :

1. Relation étroite entre recherche pédagogique et formation continue des enseignants en mathématiques (Animation de stages, production et diffusion de supports éducatifs)

2. Travail en commun des enseignants de tous niveaux : primaire, secondaire, supérieur

3. Fonctionnement en réseau

Les différents IREM (un par académie), en plus de leur fonctionnement local, ont des activités communes sur le plan national : assemblée des directeurs d'IREM (ADIREM), Conseil scientifique des IREM, Commissions Inter-IREM.....

- IREM et laboratoire de didactique

La recherche pédagogique effectuée dans les IREM n'est pas soumise aux mêmes contraintes que la recherche universitaire en didactique. Cette situation permet aux professeurs du primaire et du secondaire, qui ne sont souvent pas des « chercheurs professionnels », de s'exprimer et de faire part de leurs intéressantes idées pédagogiques.

- Exemples d'activités et d'objectifs

- Lutte contre l'échec scolaire

- Réflexions sur l'introduction de nouvelles technologies

- Participation à l'élaboration de nouveaux programmes et aide à leur mise en pratique

- Organisation de rallyes et de jeux mathématiques

- Histoire des mathématiques

- Amélioration de l'évaluation des élèves

- Réflexion sur l'interdisciplinarité

2. Un peu d'histoire

Le réseau international des IREM a pris naissance il y a une vingtaine d'années avec le fort soutien de l'ADIREM qui travaillait en relation étroite avec la CII (commission inter-IREM) "international".

Il y avait alors un créneau "IREM de l'étranger" pratiquement à chaque réunion de l'ADIREM.

Je contactais personnellement des représentants de divers pays, souvent à l'occasion de colloques internationaux où j'étais invité (RELME,...). Dans ce cadre, j'ai souvent organisé des réunions d'information sur les IREM et sur la création d'Instituts analogues à l'étranger.

Les résultats:

On peut regrouper les IREM créés à l'étranger en trois catégories :

1. Création ou projet de création avec fonctionnement en réseau national :

-Maroc, avec Mohamed Akkar, rencontres avec le ministre, projet de création de vingt IREM (un par académie)

-Amérique Centrale, avec Bernardo Montero

A l'ordre du jour de la 17 ème réunion de la CECC (coordination éducativa y cultural centro américana), les 29.30.31 Octobre 1997

2. Création d'IREM avec fonctionnement en « mini réseau »

-Pérou avec Uldarico Malaspina

-Belgique (Bruxelles, Liège), Luxembourg, avec Jacques Bair, Jean- Claude Delagardelle, Daniel Justens et Jacques Navez

3. Création d'IREM isolés

-Argentine (Lomas de Zamora) avec Maria Luisa Trejo

-Hongrie (Debrecen) avec Katlin Bognar

-Mexique (Chilpancingo) avec Edgardo Locia, Efren Marmolejo

Le premier colloque du réseau international des IREM à l'étranger (Paris 2006)

Ce colloque a constitué une preuve indiscutable de l'intérêt du modèle IREM à l'étranger. Une quinzaine de directeurs d'IREM à l'étranger y avaient participé, en prenant à leur charge leurs frais de déplacement. A la suite du colloque, plusieurs d'entre eux avaient alors été invités dans les IREM de France.

Ces échanges ont été le point de départ de relations privilégiées entre IREM, l'un français, l'autre étranger.

3. Difficultés, perspectives, suggestions

Pour être crédibles, il faut pouvoir disposer d'un minimum de moyens en France, pour pouvoir assurer une continuité de fonctionnement. Or, cet objectif a été très difficile à atteindre, voire impossible. En effet, la France délègue aux diverses ambassades la responsabilité de leur politique culturelle, qui varie selon les priorités locales.

Le modèle suivant, par exemple, pourrait permettre un fonctionnement raisonnable:

1. La France prend en charge au moins le déplacement aux Adirem de chaque directeur d'IREM de l'étranger, l'envoi de documents

2. Chaque pays, ou chaque université, prend en charge le fonctionnement local

A quelle porte frapper : une suggestion :

- On pourrait commencer par établir des contacts au plus haut niveau, en France et à l'étranger

- Solutions de repli : contacts avec une ou plusieurs universités, échanges entre un IREM de France et un IREM à l'étranger.

5. Conférence : les potentialités de l'enseignement et de la formation à distance (Richard Cabassut, LISEC)

Richard Cabassut, IREM de Strasbourg, LISEC-EA2310.

Différents exemples d'enseignement et de formation à distance impliquant les mathématiques sont présentés : dans différents pays (France, Québec, Sénégal ...), en formation initiale, en formation continue, dans divers dispositifs (formations hybrides, cMOOC, xMOOC, vidéos en ligne …), avec différentes plates-formes (moodle, acolad ...). En France plusieurs dispositifs institutionnels sont disponibles : Formasup pour la formation initiale, Magister pour la formation continue des enseignants, Fun pour les MOOCs, Viaeduc pour la collaboration entre enseignants… Différents discours (mathématique, didactique, pédagogique, professionnel, technique, économique …) justifient les tâches de formation à distance et les techniques utilisées pour les réaliser. Différents éléments permettent de caractériser ces dispositifs : l'articulation entre les moments présentiels et à distance, la médiatisation avec la conception, la mise en œuvre et la scénarisation de la formation, la médiation où s'articulent dispositifs techniques et apprentissage, l'accompagnement, le degré d'ouverture. Nous illustrons les difficultés de l'appropriation de ces dispositifs mais aussi leur potentialité, en précisant les enjeux et les perspectives. L'enseignement à distance est donc une modalité de formation, possible, intéressante, complexe et problématique. Le réseau national et international des IREM permet de mutualiser les expériences de ce type de formation et de développer des projets de coopération sur ce type de formation. Au moment où les programmes de la scolarité obligatoire française sont renouvelés pour la rentrée 2016 et où le recrutement et la formation initiale de nouveaux enseignants du primaire au secondaire en mathématiques sont des défis dans le contexte de désaffection des étudiants pour les études scientiques, l'enseignement et la formation à distance en mathématiques sont une des réponses aux enjeux de la formation initiale et continue des maîtres.

Eléments de bibliographie :

Conseil supérieur de l'éducation (2015) La formation à distance dans les universités québécoises : un potentiel à optimiser. Gouvernement du Québec.

Burton, R., Borruat, S., Charlier, B., Coltice, N., Deschryver, N., Docq, F., Eneau, J., Gueudet, G., Lameul, G., Lebrun, M., Lietart, A., Nagels, M., Peraya, D. Rossier, A., Renneboo, E., Lietart, A. (2011). Vers une typologie des dispositifs hybrides de formation en enseignement supérieur. *Distances et savoirs*, *9*(1), 69-96.

Soury-Lavergne Sophie, Gueudet Ghislaine, Loisy Catherine, Trouche Luc (coord.)(2013). Le travail collectif et les pratiques réflexives au coeur des dispositifs hybrides de formation : de Pairform@nce à M@gistère, Pairform@nce – Institut français de l'Éducation – Rapport 2013

Sokhna M. (2007). Formation continue des professeurs de mathématiques au Sénégal : analyse de la transmutation d'un dispositif de formation. in N. Bednarz & C. Mary (Eds.) L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés, actes du colloque EMF 2006. Sherbrooke : Éditions du CRP.

Soury-Lavergne Sophie, Gueudet Ghislaine, Loisy Catherine, Trouche Luc (coord.)(2013). Le travail collectif et les pratiques réflexives au coeur des dispositifs hybrides de formation : de Pairform@nce à M@gistère, Pairform@nce – Institut français de l'Éducation – Rapport 2013.

6. Présentations de quelques délégations

Délégation du Sénégal

LE DEFI DE LA FORMATION DES PROFESSEURS AU SENEGAL

El Hadji Cheikh Mbacké Diop
IREMPT, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Email : elcheikh.diop@ucad.edu.sn

I. Présentation de l'IREMPT

L'Institut de Recherche sur l'Enseignement de la Mathématique, de la Physique et de la Technologie (IREMPT) est créé en 1975 à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD) en remplacement de l'IREM, créé en 1972. Il a pour mission :

- la recherche et l'expérimentation pédagogique coordonnées en mathématiques, physique et technologie dans les enseignements primaires, moyens et secondaire
- la contribution à la formation initiale des enseignants
- la formation permanente de ces enseignants
- l'élaboration et la diffusion d'une documentation

L'IREMPT est divisé en trois départements qui sont :

- le département de mathématiques
- le département de physique
- le département de technologie

Les départements sont animés par les conseillers pédagogiques qui sont des enseignants-chercheurs de l'UCAD, ou des professeurs de lycée ou collège mis à la disposition de l'institut par le ministère de l'éducation. Ils exercent la moitié de leur service à l'institut.

L'IREM a produit les premiers manuels de collège pour accompagner l'introduction des mathématiques modernes dans l'enseignement secondaire.
Dans la période 2005-2010, les activités de l'institut sont centrées autour de l'organisation de séminaires de formation et la production de documents pour les enseignants. En 2009, l'REMPT a organisé le Colloque Espace Mathématique Francophone, en collaboration avec le Département de Mathématiques de la FASTEF. La période 2010-2015 est axée sur la formation des enseignants à travers la coordination du programme de formation en licence de mathématiques, spécialité enseignement, mis en place par le ministère de l'enseignement supérieur.

Les activités de vulgarisation sont sporadiques.

II. La formation des professeurs

La formation académique des professeurs est assurée par la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD et les UFR de Sciences et Technologies des autres universités publiques. La formation pédagogique est dispensée par la Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation(FASTEF). Il existe trois corps de professeurs qualifiés :

- les professeurs de collège d'enseignement moyen (PCEM) sont formés pendant une durée de deux ans, après l'obtention du baccalauréat.
- les professeurs d'enseignement moyen (PEM) suivent une formation pédagogique d'un an après l'obtention de la licence
- les professeurs d'enseignement secondaire (PES) suivent une formation pédagogique de deux ans après l'obtention du master 1 ou de la maîtrise.

Les conseillers pédagogiques résidents ou itinérants, qui sont des PEM ou PES expérimentés affectés dans les Centres Régionaux de Formation des Personnels de l'Education (CRFPE), encadrent les enseignants à travers l'organisation de séminaires ou les visites de classe.

III. L'état des mathématiques dans l'enseignement moyen secondaire

Le nombre de lycées publics au Sénégal est de 268, celui de collèges de 1100. Le taux des élèves de lycée inscrits dans les filières scientifiques est de 30% environ. En particulier, l'effectif des élèves inscrits en série S1 (l'ancienne série C) est très faible. L'effectif total des élèves de cette série, candidats au baccalauréat, est d'environ 500 en 2015, de 600 en 2016. Dans les lycées où il existe des classes de Terminale S1, l'effectif des élèves est souvent inférieur à 10 voire 5. A l'examen du BFEM (**Brevet de fin d'études moyennes)** qui sanctionne les apprentissages du collège, les élèves réussissent difficilement l'épreuve de mathématiques au point que la réduction de son coefficient et l'augmentation du volume horaire sont envisagées pour réduire le taux d'échec. Cette situation s'explique par :

- le déficit de professeurs certifiés : sur un effectif d'environ 6700 professeurs de mathématiques, moins de 10% sont titulaires d'une licence ;
- un corps de contrôle quasi-inexistant ;

- l'accumulation des lacunes depuis le collège : les programmes volumineux ne sont pas souvent réalisés, les effectifs pléthoriques ne permettent ni un suivi rapproché des élèves, ni l'organisation de contrôles continus selon des fréquences raisonnables ;
- l'admission exagérément sélective en série S1 ;
- une mauvaise évaluation des élèves : dans la série S1, les enseignants proposent des devoirs souvent difficiles (on dirait qu'ils se mesurent avec leurs élèves) en oubliant que leur mission est de former, non de sélectionner ; cette pratique a pour conséquence que les élèves se détournent de la série pour s'assurer d'avoir de bons résultats.

Ces facteurs empêchent l'éclosion des talents et réduisent fortement l'assiette de recrutement des établissements supérieurs d'enseignement des sciences et technologies. Aujourd'hui plus des deux tiers des étudiants admis en MPI à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD sont issus de la série S2 (ancienne série D), avec pour corollaire l'augmentation du taux d'échec en première année.

Une forte implication des universitaires dans la gouvernance du système éducatif est indispensable pour changer la philosophie de l'enseignement des mathématiques et l'image de la discipline au Sénégal. Le nombre croissant de doctorants en mathématiques et le retour des docteurs formés à l'étranger sont des facteurs très favorables au renforcement du taux d'encadrement dans les universités et partant au relèvement du niveau des enseignants du moyen secondaire si les CRFPE s'appuient sur celles-ci pour mettre en place un dispositif de formation continue diplômante. De même le Ministère de l'Education pourrait mettre à profit l'augmentation du nombre de diplômés en Licence et Master en adoptant une politique soutenue de recrutement d'enseignants. C'est dans cette perspective qu'il faut inscrire la création de la licence de mathématiques pour l'enseignement.

IV. La licence de mathématiques pour l'enseignement

Le déficit de professeurs certifiés a amené le ministère de l'enseignement supérieur à mettre en place un programme de formation en **licence de mathématiques pour l'enseignement** dans les universités publiques en 2010. La création de cette filière est aussi motivée par la nécessité de mieux préparer les futurs professeurs à l'enseignement de la géométrie, de l'arithmétique, des probabilités et de la statistique, domaines qui n'occupaient pas suffisamment de place dans les programmes classiques de MP, et à l'utilisation des TICE. L'activité principale de l'institut pendant les cinq dernières années consistait en la coordination de ce programme qui regroupe quatre universités publiques.

La filière « mathématiques pour l'enseignement » existe à l'UCAD en formation initiale et en formation continue. Les étudiants inscrits en formation initiale bénéficient tous d'une bourse.

La formation continue cible les PCEM. Elle est dispensée en présentiel et à distance.

V. La coopération avec l'IREM de Montpellier

L'IREMPT est en coopération avec l'IREM de Montpellier depuis 1998. Durant la période 1998-2005, des séminaires sont organisés alternativement à Dakar et à Montpellier, avec le soutien du Service de Coopération et d'Action Culturelle de l'ambassade de France. On peut citer comme résultats de cette collaboration la publication commune d'articles, l'impulsion de la didactique à la FASTEF, la participation d'animateurs de l'IREMPT à des colloques et rencontres organisés par d'autres IREM de France, la familiarisation avec les TICE. Dans la période 2005-2010, l'IREMPT s'est efforcé d'envoyer des conseillers pédagogiques en stage à Montpellier ou participer à des colloques organisés par d'autres IREM de France. Ces faits

combinés à la nécessité de suivre les changements qui s'opèrent dans l'enseignement des mathématiques en France et dans le monde justifient l'intérêt que l'IREMPT accorde au Réseau des IREM.

Délégation de la République Démocratique du Congo

HISTORIQUE DE L'IREM DE KINSHASA (RDC)

Alexandre Mopondi Bendeko Mbumbu, directeur de l'IREM

I. Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (CREM)

- L'histoire de l'IREM de Kinshasa commence, dans les années 70, avec la création du Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (CREM). L'arrivée de Jean-Pierre GABORIEAU et Régis GRAS (du 6 au 14 mars 1972), tous Maitres Assistants à l'Université et à l'IREM de Rennes, a donné du poids à la structure qui venait d'être crée.
- Il est important de signaler que la structure a été créée au sein du Ministère de l'Enseignement Primaire et Secondaire et non à l'Université Nationale du Zaïre (UNAZA). Cela a eu comme effet que tout le travail du CREM s'est limité à la production des manuels scolaires et à l'administration, pendant comme après la durée de la Coopération.

Toute tentative de transfert du CREM à l'Université a échoué. Cela a défavorisé la formation continue et la recherche sur l'enseignement des mathématiques.

II. Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM)

L'arrivée des didacticiens des mathématiques congolais sur terrain, et particulièrement dans le Groupe de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques en Afrique Subsaharienne (GREMA) de l'IREM de Paris 7 a **remis sur la table le problème de la création de l'IREM à l'Université Pédagogique Nationale** (**UPN**).

2.1. Création de l'IREM de Kinshasa

Il y a eu des **résistances** mais les arguments pour la création de l'IREM à l'UPN ont été majoritaires. Cela s'est traduit, dans une première étape, par la création d'une **Unité de Recherche** (UR Mathématique, **UR 52**) au Centre de Recherche de l'Université Pédagogique Nationale (Décision, N°152 du 19/9/2011, portant création et désignation des animateurs des Unités de Recherche au Centre de Recherche de l'Université Pédagogique Nationale, **CRUPN**). C'est en date du **15 août 2014** que l'Arrêté de création de l'IREM de Kinshasa est publié (Décision, N°154 /UPN/RECT/2014 du 15/08/2014, portant création d'un Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques à l'Université Pédagogique Nationale).

2.2. Activités de l'IREM de Kinshasa

Les activités de l'IREM de Kinshasa tournent autour de trois axes : la *formation continue*, la *recherche en didactique des mathématiques* et l'*édition des manuels scolaires*.

Formation continue :

- Le problème de la formation continue est un des vrais problèmes de notre enseignement primaire et secondaire, comme partout ailleurs.
- Nous sommes dans les **démarches de collaboration** avec l'Inspection Générale de l'Enseignement Primaire et Secondaire. Nous espérons que la présence de l'inspecteur **Pierre Claver Boma Kitir** parmi nous jouera dans le sens de la mise en place de cette collaboration.

Recherche en Didactique des Mathématiques :

- Nous **projetons de faire** de l'*enseignement* et de la *formation* en didactique des mathématiques.
- Le 3e *cycle de didactique des mathématiques créé à l'UPN* trouvera à l'IREM un lieu favorable de *rencontre* pour les travaux, de *débats* et de *documentation*.

Edition des manuels scolaires

- Les travaux de la recherche vont être utilisés dans la *formation continue et publiés*, notamment sous forme de *manuels scolaires disponibles pour les enseignants et les élèves*.

2.3. Fonctionnement de l'IREM

► *Ressources principales*

Il n'y a pas beaucoup de moyens financiers pour mener à bien tous ces projets. Pour le moment nous comptons sur :

- le ***petit budget*** que l'université accorde pour le fonctionnement administratif ;
- la ***création des ressources*** à partir de la formation continue et l'édition des manuels.

► *Formation continue et Recherche*

Pour un bon fonctionnement, nous avons besoin :

- d'un *établissement scolaire*, des locaux dans l'établissement, pour les rencontres et le travail de terrain avec les enseignants ;
- de la *documentation*, qui pour le moment est vraiment au minima ;
- d'*échanges* avec d'autres institutions, d'autres enseignants. Pour le moment, nous sommes en collaboration avec l'IREM de Paris 7, à travers GREMA ;
- de *participer aux manifestations scientifiques*, aux colloques internationaux.

III. Intervention de l'Inspecteur Pierre Claver Boma Kitir

L'Inspecteur Pierre Claver Boma Kitir est intervenu pour parler de la formation, notamment de la sous-qualification des enseignants en RDC. Selon lui, le problème de la sous-qualification des enseignants, au primaire et au secondaire, est réel et profond.

L'approche de la solution est la création au sein du Ministère de l'Enseignement primaire, secondaire et professionnel d'une structure, dans l'Inspection Générale de l'enseignement, dénommée Service National de la Formation (SERNAFOR) dont l'objectif principal est d'assurer la formation continue des enseignants et des inspecteurs.

SERNAFOR est ouvert à toute collation, nationale et/ou internationale, allant dans le sens de contribuer à la recherche des solutions efficaces. C'est dans ce cadre que les démarches d'une collaboration avec l'IREM de Kinshasa sont entreprises pour la formation continue des enseignants, surtout que SARNAFOR et l'IREM se retrouvent dans leurs objectifs.

Pour les collaborations internationales, les informations sont disponibles au site du Ministère : www.eduquepsp.cd

Délégation du Mali

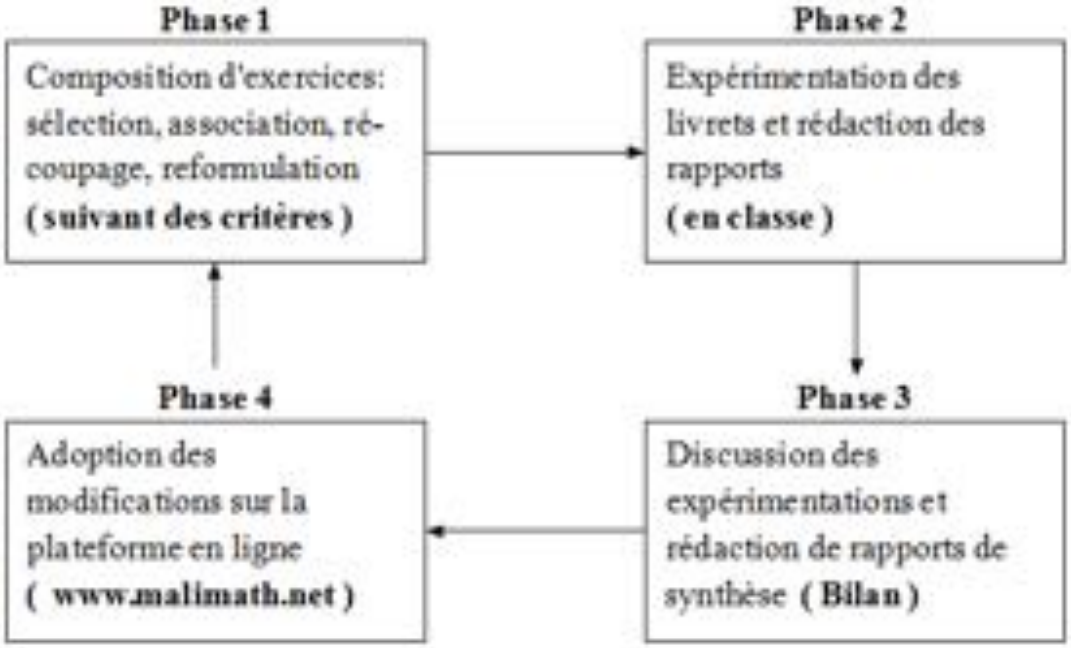
RENAISSANCE D'UNE COMMUNAUTE DE PRATIQUES DE MALIMATH A MALIMATH.NET

DISSA Sinaly
Ecole Normale Supérieure de Bamako (Mali)
Email : dissasinaly@gmail.com

Introduction

La contribution s'inscrit dans la rubrique « Création de structures de type IREM à l'étranger : témoignages » de l'appel à contribution du colloque du réseau international des IREM. Elle est centrée sur le projet « malimath.net », une initiative originale (au Mali) de production et de diffusion des ressources numériques pour l'enseignement des mathématiques. Le projet « malimath.net » est porté par le Département de Mathématiques de l'Ecole Normale Supérieure (ENSup) de Bamako, en collaboration avec l'Inspection Générale de l'Education Nationale (IGEN) et l'Etablissement Français « Liberté » de Bamako. Constitué de plus d'une quarantaine de membres actifs, « malimath.net » regroupe des enseignants du primaire au supérieur, des formateurs, des inspecteurs et des conseillers pédagogiques. En sa troisième année d'activité, le groupe a mis à la disposition des enseignants et élèves du Mali, de milliers d'exercices de mathématiques de la 7ème (5ème en France) à la Terminale (lycée), téléchargeables gratuitement en ligne.

Fonctionnement du groupe de travail



Représentation schématique du dispositif de travail de malimath.net

Le travail du groupe s'articule en quatre (4) principales phases. La première (Phase1) concerne la composition, la sélection, le tri, l'association, le ré-coupage ou la reformulation d'une banque d'exercices[1] en fonction d'un certain nombre de critères bien définis. Le but de l'étape est de pouvoir donner une justification didactique et/ou pédagogique au choix de chacune des situations-problèmes publiées dans le cadre du projet. En d'autres termes, toutes les publications doivent correspondre à l'esprit des programmes en vigueur. La « Phase1 » aboutit ainsi à l'adoption et à la publication, en ligne, d'un livret (une sélection d'exercices) pour chacune des classes cibles du projet.

La seconde phase (Phase2) est expérimentale. Il s'agit de mettre à l'épreuve dans les classes, les contenus des livrets adoptés en « Phase1 ». Pour se faire, toutes les classes expérimentales sont équipées en livrets : un pour chaque élève. Ici, il est demandé à chacun des enseignants impliqués, de s'appliquer à utiliser le plus d'exercices des livrets dans leurs pratiques de classe, en fonction de leurs objectifs d'enseignement.

La troisième phase (Phase3) est la collecte des rapports d'expérimentation et les discussions autour des expérimentations. Il est important de dire qu'en amont de l'étape, un format de référence a été adopté lors d'un atelier qui a réuni tous les membres de l'équipe malimath.net. L'intérêt de ce document est d'avoir des rapports harmonisés et des critères d'analyse communs et précis. Précisons aussi qu'en cette étape, l'équipe se réorganise en sous-groupes, en fonction des niveaux d'enseignement ou par classe. Chaque sous-groupe élit un responsable en son sein. Le responsable coordonne la collecte et le partage des rapports avec les autres membres de son groupe. Les documents de synthèse obtenus des discussions par niveau (ou par classe) sont présentés lors de séances plénières.

Les résultats de la troisième phase, conduisent la 4e (Phase4). Elle (Phase4) s'effectue essentiellement en ligne sur la plateforme du projet. Il s'agit de porter, en fonction des synthèses des rapports d'expérimentation, les modifications, les corrections, les reformulations ou les suppressions aux ressources déjà publiées. La phase prend aussi en compte le rajout de situations-problèmes qui portent sur les éléments du programme (contenus d'enseignement) identifiés comme non ou peu « fournis ».

[1] Le projet malimath.net dans sa phase initiale repose sur la banque d'exercices du site partenaire www.chingatome.net.

Les rencontres de l'équipe malimath.net sont bimensuelles pour une durée de trois heures par séance de travail. En fonction du besoin, des formations continues sont organisées à l'adresse des membres du projet. Elles portent essentiellement sur le développement professionnel, en particulier, le renforcement des capacités dans la maitrise d'outils de l'environnement informatique.

Budget du projet

Le projet malimath.net n'a pas de fond de fonctionnement propre. Les tâches exécutées dans le cadre du projet ne font l'objet d'aucune rémunération. Tous les membres de la communauté travaillent alors bénévolement. La plate-forme du projet est hébergée gratuitement sur le serveur d'un donateur. Grâce à l'appui du Service de Coopération et d'Actions Culturelles (SCAC) de l'Ambassade de France à Bamako et de don de Particuliers, le projet a pu équiper les classes d'expérimentation en livrets et organiser des formations.

Quelques résultats

On ne peut que commencer par la plateforme en ligne du projet : www.malimath.net. Elle est opérationnelle. Les deux interfaces (publique et privée) fonctionnent sans bug. Le projet dispose d'une banque d'exercices constituée de plus de six milles quatre cent (6400) exercices. Les trois (3) niveaux de l'enseignement fondamental du Mali sont couverts, c'est-à-dire la 7e, 8e et la 9e (respectivement 5e, 4e, 3e en France). Au lycée, ce sont les classes de 10e, 11e Sciences, Terminale Sciences Exactes (respectivement Seconde, Première, Terminale en France). Le livret de chacune de ces classes est téléchargeable gratuitement sur le site du projet. En plus des livrets, on y trouve, des exercices complémentaires avec les corrections ainsi que des programmes officiels de mathématiques.

En second lieu, il y a le nombre d'adhésion à la communauté malimath.net. Il faut dire que l'effectif de départ a été multiplié par quatre aujourd'hui. Nous sommes plus d'une quarantaine de membres actifs. La participation « directe » au projet, de quinze (15) lycées et 6 établissements du Second Cycle de l'enseignement fondamental est effective. Ces établissements ont « adopté » les livrets comme manuels de référence. Ils servent alors de lieux d'expérimentation de ressources produites. Il y a par ailleurs des contacts de plusieurs dizaines d'enseignants de différentes régions du Mali qui attestent l'exploitation des livrets dans leurs enseignements des mathématiques. Ceci nous amène au téléchargement des livrets sur la plateforme : il y a une hypothèse forte que cela se compte en plusieurs milliers depuis le lancement du site. Mais le projet ne dispose pas pour le moment de statistiques de consultations des pages.

Le dernier résultat important à préciser ici concerne le développement professionnel des membres de la communauté. En effet, le dispositif adopté par l'équipe permet d'une part de partager les tâches à accomplir pour le projet, d'autre part, de mutualiser les acquis sur les apprentissages et les productions/modifications des exercices. Il crée par ailleurs, un intérêt croissant pour la pédagogie avec du numérique. Ainsi, des sessions de formations ou plutôt de *co-formations* sont régulièrement organisées à l'adresse des membres du projet. Chacun des adhérents, notamment les enseignants, en fonction de son niveau, renforce ses capacités professionnelles dans les tâches :

- S'approprier l'usage de la plate-forme en ligne, en particulier l'interface privée ;
- Saisir en *Latex* des documents numériques en mathématiques ;
- Produire des images avec *Metapost* (pour le dessin vectoriel) ;
- Utiliser *GeoGebra* (application de calcul et d'enseignement des mathématiques) ;
- Appliquer l'Approche par Compétence (APC) en mathématiques comme l'exigent les textes officiels.

Quelques perspectives

Les perspectives du projet sont multiples. Suites aux synthèses des rapports d'expérimentation, l'élaboration de nouvelles versions des livrets est en cours. L'équipe travaille aussi sur les livrets des autres classes du lycée. L'objectif est de couvrir en livret toutes les classes de la 7e (enseignement fondamental) à la Terminale du lycée, dès la rentrée 2016-2017. Le projet a besoin d'élargir la communauté afin d'avoir un plus grand nombre de contributeurs. Dans cette optique des campagnes d'information et de formation sont prévues dans les Académies d'Enseignement (A.E.) du pays.

Concernant la plate-forme, l'équipe de conception, travaille sur l'extraction des statistiques d'exploitation. Elle étudie aussi l'option de donner la possibilité aux utilisateurs de la plateforme de générer une sélection personnalisée sur le contenu des livrets.

Le projet compte s'élargir aussi au système éducatif des pays francophones de la sous-région. La conception d'une plateforme pour le Togo est en cours (www.togomath.net). L'objectif à long terme est d'avoir une banque d'exercices commune qui serait exploitée par tous les pays associés. Par exemple, un exercice ajouté par un membre de la communauté du Togo serait accessible à ceux du Mali et vice-versa.

Conclusion

Comme il a été déjà indiqué plus haut, le projet malimath.net est à sa 3e année d'activités. Le dispositif dans son ensemble, fonctionne assez bien. Il a subi des améliorations d'année en année. Certaines parties sont présentement bien stabilisées, notamment la plate-forme en ligne. Toutefois, les documents de référence, c'est-à-dire la *grille de critères de sélection des exercices* et le *format du rapport d'expérimentation* sont à améliorer régulièrement.

Les ressources produites par le projet malimath.net se retrouvent de plus en plus dans le *système de documentation* des enseignants. Il faut dire que l'élargissement de la communauté à travers l'adhésion continue et en nombre croissant des enseignants constitue de notre point de vue, un indicateur fiable pour la pertinence des ressources publiées pour l'enseignement des mathématiques au Mali.

La *communauté de pratique* malimath.net couvre aujourd'hui en ressources deux ordres d'enseignement du Mali. Elle compte s'élargir sur la maternelle, le primaire et pourquoi pas au niveau de l'enseignement normal et l'enseignement technique.

Délégation de Tunisie

RAPPORT SUR LA PARTICIPATION TUNISIENNE AU COLLOQUE DES IREM 2016 A STRASBOURG

Introduction

La délégation tunisienne composée d'Ali Rahmouni, inspecteur de l'enseignement secondaire à la retraite, de Tarek Sellami et Karam Aloui, maîtres-assistants à la Faculté des Sciences de

Sfax, a participé au colloque international des IREM qui a eu lieu à Strasbourg du 2 au 4 juin 2016.

Vu l'absence d'une structure d'IREM en Tunisie, cette participation a été bénéfique pour profiter des expériences des pays participants dans le but d'établir une structure d'IREM tunisienne. On souligne surtout les efforts de certains pays africains à ce sujet tels que le Mali et le Cameroun qui ont pu arracher un statut remarquable et faire des pas dans la direction de renforcer les liens entre l'enseignement supérieur et l'enseignement secondaire.

En fait, on se plaint en Tunisie de la discordance entre les mathématiques enseignées au lycée et celles enseignées à l'université et ceci est dû à l'absence de la coordination entre les différents organismes en vigueur. De ce fait, l'établissement d'une structure d'IREM en Tunisie est crucial pour l'avenir de l'enseignement des mathématiques, surtout que l'on remarque une migration nette de la branche scientifique mathématique vers les branches littéraire, économique et informatique.

Pour le moment, on compte lancer l'Association de Recherche pour l'Enseignement des Mathématique, qui est une association non étatique visant à jouer le rôle de l'IREM en Tunisie. On espère que cela aidera prochainement à convaincre les ministères de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur à penser sérieusement sur ce sujet.

Quant à notre participation au colloque de Strasbourg, nous tenons à remercier le comité de l'organisation pour la chaleur de l'accueil et le soutien qu'ils nous ont fournis. On a pu échanger avec nos collègues à propos des défis de l'enseignement des mathématiques dans un monde qui évolue rapidement et des enjeux mis en vigueur à ce sujet. Nous avons aussi participé à l'atelier « la pensée créative en Mathématiques » animé par Christian Mercat, Paolo Lealdino et Imane Berrai. Cet atelier touche l'un des sujets les plus importants dans l'enseignement des mathématiques qui fut la bête noire des élèves, à savoir : créer une situation mathématique dans un problème de la vie réelle.

Les discussions issues de cet atelier étaient riches et intéressantes et on espère continuer sur ce sujet ainsi que sur d'autres sujets bien évidemment.

Le dernier jour, nous avons présenté notre témoignage sur la création d'une structure d'IREM en Tunisie ainsi que sur l'histoire de la formation des enseignants de mathématiques depuis 1956 date de l'indépendance de notre pays.

Nous tenons enfin à remercier les organisateurs pour leur accueil et leur générosité, surtout pour l'occasion d'essayer les tartes flambées alsaciennes, et nous espérons continuer à échanger sur les sujets du développement de l'enseignement des mathématiques dans l'espace francophone.

Karam ALOUI

La formation des enseignants de mathématiques en TUNISIE

Ali Rahmouni : vice président de l'ATSM

La Formation initiale

La Formation initiale des enseignants de mathématiques a connu cinq périodes.

- **Première période : début de l'indépendance**

Cette période est marquée par la création de deux institutions de formations d'enseignants :

L'Ecole Normale des Professeurs Adjoints (ENPA) : Créée en 1958

Pour former les professeurs adjoints (professeurs de collège)

durée des études : 2 ans (après le bac)

Cette école est devenue à partir de 1974, année de sa fermeture, Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique (ENSET)

L'Ecole Normale Supérieure (ENS) : Créée en octobre 1956

Pour former des professeurs licenciés ou maîtrisards (On y accède par voie de concours.), avec une capacité d'accueil très limitée (65 en 1959 et 110 en 1960)

- Durée des études : 4 ans

  A part la formation académique cette école donne aussi une formation didactique et pédagogique en 4e année. Au cours de cette dernière année les futurs enseignants assistent à des leçons et en exposent dans des établissements. Ces séances sont encadrées et animées par un inspecteur et /ou conseiller pédagogique.

Mais comme la capacité d'accueil est limitée et ne satisfait pas aux besoins, on recrute toujours d'autres enseignants qui n'ont pas fréquenté ces 2 types d'écoles (les facultés) ou qui ont fréquenté l'ENS et n'ont pas terminé leurs études (MES ; MACA ; MACB,...)

- **Deuxième période**
- En 1973-74:

Transformation de l'ENPA en Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET)

- En 1982

Création d'une nouvelle école normale supérieure pour les sciences humaines et les lettres à SOUSSE

Création d'une école normale supérieure à BIZERTE (qui a remplacé l'ENS de TUNIS)

- **Troisième période**
- Fermeture de toutes les institutions de formations d'enseignants :

  en 1989 l'ENS de Sousse est transformée en faculté de lettres

  en 1990 l'ENS de Bizerte est transformée en faculté de sciences

  en 1994 l'ENSET est transformée en une école supérieure des sciences et des techniques.

- Pendant toute cette période, le recrutement se fait parmi les diplômés des différentes institutions universitaires, le corps des enseignants devient très hétérogène, des enseignants de spécialités différentes peuvent être chargés d'enseigner la même matière au collège et/ou au lycée.

- **Quatrième période :**
- **Cette dernière période est marquée par l'instauration du CAPES.**

  Concours ouvert aux candidats titulaires :

  d'une maîtrise : (bac + 4) ou

  d'une licence (bac +3) (réforme LMD)

- Les épreuves du CAPES : Epreuves écrites en deux étapes.

- Une première épreuve sélective sous forme de QCM

- Epreuve académique (exercices et/ou problèmes) pour les admis à la première épreuve.

Les candidats admis bénéficient d'une session d'initiation professionnelle, pendant quelques semaines, comportant :

- Des cours de pédagogie et de didactique
- Un stage pratique dans un collège et/ou dans un lycée.

Ces cours et ces séances de stage sont animés par des professeurs encadreurs, des inspecteurs ou des conseillers. A la fin de cette session, les candidats passent une épreuve pratique qui consiste à exposer une leçon, devant un jury, suivie d'un entretien.

- La leçon à exposer est déterminée par tirage au sort, effectué par le candidat parmi une liste de leçons établie par le jury.

Les documents nécessaires pour la préparation de la leçon sont fournis sur place.
Le candidat dispose de deux heures pour préparer sa leçon et d'une heure pour l'exposé et l'entretien.
(Une heure seulement pour la préparation dans la dernière session du CAPES)

- **Cinquième période : Après la révolution de 2011**

Au cours de cette période un nouvelle façon pour le recrutement a été adoptée : le recrutement des professeurs ne se fait plus au moyen du CAPES mais sur dossier selon des critères fixés (puis on est revenu au CAPES en 2015).

La formation continue

Au sein du ministère de l'éducation, il y a :

- Une direction générale des programmes et de la formation continue
  Une direction des programmes
  Une direction de la formation continue

Différents centres ou instituts de formation :

- Centre national de formation des formateurs (CENAFFE)
  (Parmi ses tâches : élaborer et mettre en œuvre des programmes, des modules et des outils de formation...)
- Centres régionaux de l'éducation et de la formation continue : C.R.E.F.O.C
- Institut supérieur de l'éducation et de la formation continue
  qui dispense un enseignement (sous formes de modules) destiné entre autres aux enseignants en exercice qui, pour une raison ou une autre n'ont pas terminé leurs études et souhaitent obtenir un diplôme universitaire du premier cycle ou une maîtrise.
- Les principales missions de la formation continue sont :
  l'information, la formation scientifique, la formation professionnelle

- **L'information** qui consiste à présenter aux enseignants tous les nouveaux choix du système éducatif, les nouveaux programmes,…
- **La formation scientifique** qui consiste à :
  - renforcer la formation initiale
  - combler les lacunes de celle-ci (MES, PES1)
  - appuyer les nouveautés

* soit au niveau des programmes scolaires : Graphes ; statistiques ; arithmétique ; coniques

* soit au niveau des « moyens» :

les TIC : Les tableaux interactifs – les tablettes…

* soit au niveau des approches :
approche par compétence ; apprentissage par « résolution de problèmes ».

- **La formation professionnelle** (en pédagogie et en didactique)

Communication – Travail de groupe – Utilisation des manuels – Evaluation – Approche par compétence…

Comment choisit-on les thèmes de formation ?

Il y a plusieurs façons qui permettent de fixer les thèmes de formation.

L'une d'elles est la suivante :

- Dans le rapport d'inspection, il y a une rubrique réservée à :
  « la formation continue : besoins identifiés»

Selon cette rubrique chaque inspecteur remet à l'inspection générale, à la fin de chaque année, un rapport de synthèse dans lequel il mentionne tous les besoins de formation identifiés au cours des visites effectuées aux enseignants.

Ce rapport de synthèse est pris en compte (avec d'autres facteurs) pour déterminer les thèmes de formation.

Délégation du Niger

LA FORMATION DES ENSEIGNANTS AU NIGER

Dans ce qui suit, nous donnons un aperçu sur l'évolution de la formation des enseignants au Niger. Nous nous intéressons plus particulièrement à la formation en mathématiques des enseignants du primaire et du secondaire et aux différentes structures de la formation initiale et continue.

La formation des enseignants dans son contexte historique

Le Niger est un pays sahélo-saharien qui a une superficie de 1267000 km^2 et une population estimée à 19 millions d'habitants en 2016. Le taux net de scolarisation qui est en progression s'élevait à 71% pour l'année scolaire 2013-2014 (Il n'était que de 37,3% en 2001.). Le système éducatif nigérien est caractérisé par la faiblesse des infrastructures, une forte présence d'enseignants contractuels et un taux de déperdition scolaire très élevé (En 2013-2014, le taux d'achèvement primaire est de 51%.). Notons que le Niger dispose d'une des populations les plus jeunes du monde (En 2012, 50,1% de la population a moins de 15 ans.).

Entre 1997 et 2006, les différentes réformes engagées avec l'appui de la Banque Mondiale ont été entreprises dans le cadre d'une série de 5 programmes d'ajustement structurel dont l'une des conséquences sociales est la limitation de la masse salariale de la fonction publique à travers les restrictions du recrutement des fonctionnaires titulaires. Ainsi à partir de 1998, le recrutement de fonctionnaires a cessé d'être le mode privilégié pour pourvoir aux besoins en personnel enseignant du primaire et du secondaire.

En 2000, le Niger s'est engagé dans l'élaboration d'un Programme Décennal de Développement de l'Education (PDDE), qui s'inscrit dans les perspectives fixées dans le cadre de l'Education Pour Tous (EPT) en 2015 et de la L.O.S.E.N (Loi portant Orientation du Système Educatif Nigérien : loi 98-12 du 1er juin 1998). Les principaux objectifs visés étaient d'accroître de façon significative le taux brut de scolarisation et de réduire le taux de déperdition scolaire. La lettre de politique éducative (adoptée en mai 2012) pour la période 2013-2020 a pour ambition la consolidation des acquis du PDDE et l'harmonisation des différents segments d'enseignement.

Structures de la formation initiale

1. La formation initiale pour le primaire

La formation des enseignants du niveau primaire est assurée par les Ecoles Normales d'Instituteurs (ENI). Cette formation est structurée autour de deux axes : les Unités de Formation (UF) et les stages pratiques. La phase pratique est assurée par les encadreurs des ENI et ceux qui sont sur le terrain (les inspecteurs de l'enseignement de base, les conseillers pédagogues, les directeurs d'école et les maîtres des écoles d'accueil).

L'accès aux Ecoles Normales dIinstituteurs est ouvert par voie de concours :

- aux titulaires du B.E.P.C pour les instituteurs adjoints et aux bacheliers pour la formation des instituteurs ;
- aux instituteurs adjoints, pour la formation des instituteurs.

La formation du personnel d'encadrement au niveau du primaire est assurée par l'Ecole Normale Supérieure (ENS) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Rappelons que les principales missions de l'ENS, dans son volet primaire sont :

- la formation initiale professionnelle théorique et pratique des formateurs et des cadres de contrôle et d'animations pédagogiques pour l'enseignement au primaire et l'éducation non formelle ;
- la formation continue et le recyclage du personnel enseignant et des cadres de contrôle et d'animation pédagogiques ;
- la formation en administration de l'éducation et en gestion des établissements scolaires.

2. La formation initiale pour le secondaire

La formation des enseignants de mathématiques du secondaire est assurée sur le plan national par l'Ecole Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Notons que malgré la restructuration de l'ENS intervenue en 1994, très peu d'enseignants de mathématiques ont été formés dans cette école. L'essentiel des enseignants de mathématiques qui exercent dans le deuxième cycle du secondaire (les lycées) sont issus de la faculté des sciences de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, et autres écoles d'ingénieurs, sans aucune formation aux techniques d'enseignement.

Contenus de la formation initiale

1. Contenu de la formation initiale pour le primaire

Le programme de la formation qui est le même dans les différentes ENI est étalé sur deux ans pour la formation des instituteurs adjoints et sur une année pour la formation des instituteurs. La formation alterne la pratique et la théorie.

- La formation théorique :

La formation théorique comprend les apprentissages de base et les Unités de Formation. Les apprentissages de base correspondent à l'ensemble des ressources que les élèves maîtres doivent maitriser pour l'acquisition des compétences liées à leur métier. Les différentes disciplines enseignées sont les suivantes : psychopédagogie, pédagogie spéciale et pratique, sociologie de l'éducation, morale professionnelle et législation, français, mathématiques, langues nationales, éducation physique.

Pour ce qui concerne plus particulièrement le programme de mathématiques, il couvre les sujets enseignés dans le primaire et est essentiellement basé sur :

- l'arithmétique (Numération, opérations classiques, le calcul mental, etc.),
- la géométrie (transformations, figures, etc.),
- la logique et le raisonnement (notion d'égalité, tableau à double entrée, vrai ou faux, etc.),
- la mesure (notion de mesure, unités et instruments de mesure, etc.).

Ce programme inclut les méthodologies d'approche à travers les activités et les approches pédagogiques. L'accent est mis sur la mobilisation des concepts mathématiques de base dans la résolution des problèmes, la mise en œuvre d'une démarche de raisonnement logique, la communication à l'aide du langage mathématique. Les interactions entre le contenu mathématique et les approches pédagogiques est une des principales préoccupations.

- La formation pratique :

La formation dans les ENI débute par le stage de sensibilisation (ou d'imprégnation). Chaque unité de formation est précédée par des stages d'observation. Les stages pratiques guidés marquent la fin des apprentissages des UF. Le stage en responsabilité offre l'opportunité à l'élève maître d'être responsable de la préparation et de l'exécution de l'ensemble des activités d'enseignement/apprentissage. La phase de renforcement des capacités est une période pendant laquelle des solutions sont proposées face aux difficultés rencontrées pendant les stages.

2. Contenu de la formation initiale pour le secondaire

La formation des enseignants de mathématiques à l'Ecole Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey répond également au souci d'allier les connaissances mathématiques aux méthodes d'enseignement. Elle comprend également une phase théorique et une phase pratique dans les établissements scolaires. Le contenu de la formation est articulé autour des différentes notions de mathématiques pures, la psychopédagogie, la didactique des mathématiques et l'informatique, les techniques de communication, et la sociologie de

l'éducation. A ce niveau, les notions mathématiques enseignées recouvrent aussi bien le supérieur que le programme du secondaire.

La formation continue

1. La formation continue pour le primaire

Compte tenu de l'importance numérique des contractuels sans formation initiale dans l'effectif des enseignants, et de la nécessité de mettre en place des véritables structures de formation continue de proximité pour encadrer les enseignants, les autorités de l'éducation nationale ont retenu plusieurs types de formation :

- ✓ l'encadrement de proximité par les directeurs d'écoles, les conseillers pédagogiques et les inspecteurs pédagogiques,
- ✓ la CAPED (cellule d'animation pédagogique) ;
  La CAPED organise des formations sous forme des journées pédagogiques. C'est une occasion permettant de regrouper des enseignants venant de divers horizons : titulaires, contractuels du public et du privé. Les enseignants issus d'un environnement géographique donné sont regroupés par secteur pédagogique. Les discussions tournent autour de thèmes pédagogiques préparés à l'avance sous la responsabilité du conseiller pédagogique responsable du secteur ;
- ✓ Les formations certificatives au niveau des ENI : ces formations sont destinées aux enseignants contractuels sans formation pédagogique initiale. Elles durent de 30 à 45 jours.

2. La formation continue pour le secondaire

Les structures de la formation continue au secondaire sont les suivantes :

- ✓ l'inspection pédagogique nationale et depuis 2010 les inspections pédagogiques régionales à travers l'organisation de séminaires et les visites de terrain ;
- ✓ les unités pédagogiques : ce sont des cellules au niveau des établissements regroupant l'ensemble des enseignants de mathématiques. Il s'agit ici de mutualiser les connaissances et les méthodes pédagogiques au sein du même établissement. Le regroupement se fait en général une fois par semaine ;
- ✓ l'Institut de Recherches sur l'Enseignement des mathématiques (IREM) de l'Université Abdou Moumouni de Niamey à travers la conception et la production de documents et matériels didactiques, la diffusion de la culture mathématique, l'organisation de séminaires, de colloques, les réflexions au sein des groupes thématiques composés d'acteurs venant de tous les niveaux d'enseignement, et en collaboration avec les inspections pédagogiques nationales et l'ENS ;
- ✓ l'Unité Pédagogique de Sciences (U.P.S, projet FAD 2) ;
- ✓ les Inspections de l'enseignement secondaire à travers les conseillers pédagogiques ;
- ✓ le projet SMASS (Strengthening of Mathematics and Sciences in Secondary Education). Le projet est mis en place depuis octobre 2006 avec l'appui de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Il est axé sur la formation continue des enseignants de mathématiques et des sciences du secondaire à travers un dispositif

qui inclut des formateurs sur le plan national et au niveau des régions, des conseillers pédagogiques de mathématiques et de sciences, et des enseignants de mathématiques et de sciences.

Défis et perspectives

Malgré les efforts entrepris par les autorités du Niger dans le cadre de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement OMD à l'horizon 2015, beaucoup reste à faire pour l'amélioration de la formation des enseignants.

A la lumière de tout ce qui précède, on peut signaler que l'Etat nigérien a pris la mesure du problème crucial de la formation des enseignants et de la contractualisation du personnel enseignant. Des écoles normales d'instituteurs ont été créées dans toutes les régions de l'intérieur du pays et de nouvelles universités ont vu le jour. Les principaux défis sont donc : la formation initiale en quantité des enseignants à tous les niveaux d'enseignement, le renforcement des structures et des programmes de formation continue, la réduction du taux de déperdition scolaire, le recrutement à la fonction publique des contractuels, pour éviter d'avoir dans le même corps des enseignants souvent considérés comme de seconde zone et qui manquent de motivation, une meilleure maîtrise des statistiques dans le domaine éducatif, la réduction du déséquilibre entre les milieux rural et urbain en termes de répartition des enseignants.

REFERENCES

Denys, B, Mopondi A. (2007) *Réflexion sur l'évolution de l'enseignement des mathématiques en Afrique*. Atelier GREMA, Besançon-APMEP 2007.

Ministère de l'éducation nationale, de l'alphabétisation et de la promotion des langues nationales du Niger (2011). *Programme d'études des Ecoles Normales d'Instituteurs*.

Ministère de l'éducation nationale du Niger (2007). *Programme décennal de développement de l'éducation au Niger*.

Maman Keita, I, Ministère de l'éducation nationale du Niger (2007). *Le recrutement des enseignants sans formation initiale, séminaire international*, Niger.

Ministère de l'éducation nationale du Niger (2010). *Statistiques de l'éducation de base : Annuaire 2009-2010*.

Ministère des enseignements secondaire et supérieur, de la recherche et de la technologie du Niger (2010). *Présentation du projet " Amélioration de l'enseignement des mathématiques et de sciences au secondaire au Niger" (SMASSE-Niger)*. http ://w.w.w.mess/rt.ne

Ministère des enseignements secondaire et supérieur, de la recherche et de la technologie du Niger (2010). Diagnostic du système éducatif nigérien : *Enseignement de base 2 et moyen*.

Ministère de l'éducation nationale et de l'alphabétisation du Niger (2014). Annuaire statistique de l'éducation nationale 2013/2014.

UNE PRESENTATION DE L'ENSEIG NEMENT DES MATHEMATIQUES AU MAROC

Imane El Berrai , FSBM Casablanca
Khalid Najib, Mines Rabat
Mohammed Raouyane, ENS Rabat

L'enseignement des Mathématiques est une tradition ancienne au Maroc. A l'image des écoles de Baghdad, de Damas et du Caire ; les écoles andalouses, celles de Marrakech, de Fès et d'autres centres formaient d'excellents mathématiciens. Le souci pédagogique était omniprésent.

L'enseignement mathématique moderne s'est développé sous le protectorat dans les lycées français du Maroc. Il s'est renforcé depuis l'indépendance avec la création de la première faculté des Sciences à Rabat en 1958. Le contenu, l'évaluation et les techniques pédagogiques étaient calqués sur le système français. En fait cette faculté, avant la création de l'Université Mohammed V, était une annexe de l'Université de Bordeaux en France.

Les premiers chercheurs (dans leur quasi-totalité lauréats des universités françaises) ont commencé à s'intéresser aux questions d'enseignement : leur confrontation avec les systèmes belges et anglo-saxons et le débat riche autour de l'enseignement des mathématiques à l'université française (les bourbakistes et les autres), les ont amenés à s'intéresser aux questions historiques, à la pédagogie et à la didactique. Plusieurs tentatives de création d'IREM ont vu le jour. Certains responsables ont manifesté une réelle volonté d'institutionnaliser cette création.

Ce processus n'a pas eu de suite car les priorités ont changé : d'abord la création de plusieurs universités marocaines a stoppé les grandes vagues de départ des bacheliers et des doctorants marocains vers la France et par conséquent une moindre connaissance du débat autour de l'enseignement des mathématiques en France. Cette multiplication des universités (on est passé d'une faculté des sciences jusqu'à la fin des années 70 à une vingtaine aujourd'hui) a coïncidé avec l'arabisation de l'enseignement des matières scientifiques dans le primaire et le secondaire.

La formation des enseignants des mathématiques est actuellement assurée par les Centres Régionaux des Métiers d'Education et de Formation (CRMEF) dont l'objectif est la formation d'enseignants du premier et du second cycle (anciennement nommées Centres Pédagogiques Régionaux ; CPR).

Les Ecoles Normales Supérieures (ENS) ont existé depuis 1978, et ont dépendu jusqu'à 2010 du ministère de l'Education Nationale. Les ENS et les CPR ont joué un rôle fondamental dans la marocanisation des cadres de l'enseignement secondaire (du second cycle et du premier cycle respectivement).

Les CRMEF sont présents dans toutes les grandes villes universitaires et dépendent du ministère de l'Education Nationale, alors que depuis 2010, les ENS dépendent de l'Université.

C'est au sein des ENS et des CRMEF plus qu'à l'université que se sont développés des groupes de réflexion et de recherche en pédagogie et en didactique des mathématiques (Rabat, Casablanca, Fès et Marrakech). La formation continue se fait en étroite collaboration avec les inspecteurs.

En l'absence d'une structure officielle au sein des universités, le réseau associatif des enseignants des mathématiques a pris le relais. La création de la Société Marocaine des Mathématiques Appliquées (SM²A), en décembre 2005, a été l'occasion de susciter le débat. Plusieurs conférences thématiques furent organisées :

- autour de l'évaluation en mathématiques (à Meknès) avec la participation des professeurs Arsac, Antibi, Mauduit de l'université française et Wetz de Belgique ainsi que plusieurs collègues marocains
- problème de la transition secondaire/supérieur (au CRMEF de Casablanca) avec la participation entre autres du professeur Bodin
- place des mathématiques dans la formation des ingénieurs (à Rabat) avec plus de huit conférenciers dont des professeurs de l'Ecole Centrale de Lyon et des INSA.

La SM²A s'est aussi impliquée dans plusieurs activités et animations (co-organisation de MATh.en.JEANS au Maroc, journées de culture mathématiques dans les lycées, …)

Aujourd'hui, elle s'apprête à créer un réseau de réflexion sur l'enseignement et la vulgarisation des mathématiques. Ce réseau aura des sections dans chacune des villes universitaires et s'occupera :

- de susciter un débat sur des thèmes précis entre enseignants du primaire, du secondaire et de l'université autour de l'enseignement des mathématiques

- de développer des activités ludiques pour faire aimer les mathématiques aux jeunes élèves

- d'organiser des compétitions de mathématiques pour les différents niveaux.

Le souhait est que ce travail se fasse en étroite collaboration avec les différents IREM de France qui seraient prêts à coopérer avec ce réseau ; mais aussi avec nos collègues maghrébins et africains.

UN PROJET DE CRÉATION D'UN I.R.E.M.I. À MADAGASCAR

André TOTOHASINA(*), Élysé RAJAONARIMANANA(**) et Dominique TOURNÈS(***)

(*) ENSET – Université d'Antsiranana Madagascar (e-mail : andre.totohasina@gmail.com)

(**) ENS - Université d'Antananarivo Madagascar (***) LIM - Université de La Réunion

Mots-clés : Renaissance, Désaffection des mathématiques, Formation continue, Didactique et pédagogie des mathématiques et de l'informatique, Faire aimer les mathématiques, TICE, Partenariat, Recherche action interuniversitaire.

Résumé : Eu égard à l'absence d'action, voire à la disparition de l'IREM de l'Université de Madagascar sise à Antananarivo, depuis le début des années 90, face également à la désaffection grandissante et alarmante des jeunes scolaires lycéens de la Grande Île depuis le début des années 2000, dans l'objectif de la refondation engagée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESupReS) de Madagascar, ce projet concerne les sept points suivants :

1. La mise en place des trois sites pilotes d'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques et de l'Informatique aux niveaux scolaires à Madagascar.
2. Une contribution active à l'amélioration de la qualité du système éducatif de Madagascar.
3. Une contribution à l'atteinte de l'objectif de « l'enseignement des mathématiques pour tous et l'éducation à l'informatique pour tous » de l'UNESCO (2004, 2009, 2011) en amont de celui de « L'enseignement scientifique pour tous et éducation à l'Informatique pour Tous » (UNESCO, Budapest 1999, 2011).
4. La lutte contre la désaffection grandissante et inquiétante des jeunes envers les séries scientifiques, notamment les mathématiques.
5. La promotion de l'enseignement de l'informatique dès le collège de façon intégrée aux mathématiques par l'élaboration de pseudo-algorithmes au sein des activités géométriques et numériques : usage des TICE, logiciels libres, etc.
6. Un renforcement de la capacité des enseignants des mathématiques en matière de méthodologie d'approche pédagogique en mathématiques et en informatique, notamment sur l'Approche Par les Compétences (APC) qui est Pédagogie Par Objectifs (PPO) plus socioconstructivisme et concrétisation sur quelques thèmes ciblés.
7. Une formation et une conscientisation des Enseignants de mathématiques dans les lycées et collèges aux enjeux socioéconomiques et éducationnels de l'enseignement-apprentissage des mathématiques.

Afin de faciliter la compréhension des motivations et déroulement dudit projet, il nous a semblé utile de présenter d'abord un historique de l'IREM de l'Université de Madagascar.

A. Historique de l'IREM de Madagascar

À travers la vraisemblable dernière publication de l'IREM de l'université de Madagascar (cf. Raymond RABESAOTRA, 1988, éditorial), nous apprenons les points historiques que nous nous contentons de reporter partiellement ci-après à titre d'hommage à nos aînés mathématiciens de Madagascar et pour authenticité aussi. Il nous informe aussi sur l'acception de ce que sont la didactique et la pédagogie des mathématiques par l'équipe dudit IREM à l'époque.

> « *I.R.E.M., Institut de recherche sur l'enseignement Mathématique, comme son nom l'indique, est un organisme qui a pour vocation la recherche pour l'amélioration de l'enseignement des mathématiques. De ce fait, son objectif est double : il vise d'une part la méthode d'enseignement (pédagogie) et d'autre part à étudier le contenu de l'enseignement que l'on dispense aux élèves (programme). Les mathématiques devant former un ensemble cohérent, il s'adresse à tous les enseignants de tous niveaux, une rupture à quelque niveau que ce soit est toujours néfaste. Nous tenons tout d'abord à dissiper toute équivoque sur le sens que nous donnons au mot « recherche » sur l'enseignement des mathématiques. En effet, quand on parle de «recherche scientifique», on entend en général par là, la découverte des résultats originaux, découverte parfois si importante qu'elle entraîne une révolution dans son domaine d'application. Les Mathématiques sont des sciences vieilles comme le monde et leur enseignement remonte très loin dans le passé. Notre acception du terme et beaucoup plus modeste, beaucoup plus terre à terre, beaucoup plus pragmatique. Il s'agira surtout pour nous de voir ce qui se passe, « une descente sur le terrain », d'observer et d'expliquer pourquoi ça ne marche pas si bien que ça, afin de rectifier le tir, d'y apporter tant que faire se peut, les remèdes. Nos actions seront donc intimement liées aux fruits de nos observations. Qu'on se rassure tout de suite, l'arbre ne nous cachera pas la forêt, cette analyse des détails ne sera que la première partie de notre travail, comme toute enquête, elle commence par un recueil de données, le vrai travail consistera à tirer une vue globale de la réalité, une synthèse pour en tirer la conclusion. Notre situation, privilégiée on peut le dire, nous permet d'adopter cette procédure.* »
>
> *« Il n'est sans doute pas inutile de faire un bref historique de l'IREM de l'université de Madagascar. Sa création date des années 1968-1969 (le vrai travail débutait l'année 1969-70), c'est-à-dire qu'il est presque contemporain de ses homologues français. On se souvient que ce fut l'époque de l'introduction de l'« Algèbre moderne » dans l'enseignement des mathématiques, ce qui a provoqué comme on aime à le dire, une révolution dans le programme, mouvement suivi par Madagascar. »*
>
> *« Pour faire face à cette situation, des enseignants ont été envoyés à l'extérieur pour effectuer des stages de formation. À leur retour, ils ont été utilisés par l'IREM et pour en assurer le rendement, des décharges sur leurs heures d'enseignement ont été accordées, certains même ont eu une décharge complète pour se consacrer exclusivement au travail de l'IREM.*
>
> *« l'IREM, par ses publications, fruits de séances d'études théoriques et pratiques, de recyclage d'enseignants, par des conférences (périodiques ou non) sur des modèles théoriques de leçons à tous les niveaux du secondaire, articles de niveaux divers pour*

compléter éventuellement la formation des enseignants, de recueils d'exercices pour subvenir à l'insuffisance de documents, des missions dans diverses régions de l'Île, la liste n'est pas exhaustive mais en un mot, l'IREM a fourni un gigantesque travail pour ne pas laisser notre enseignement à la traîne. »

« Puis vint l'année 1972, la délicate question de la malgachisation a été posée. Peut-on enseigner la mathématique en malgache ? Compte tenu d'une part, de l'existence d'une langue nationale unique et d'autre part de la richesse de cette langue c'est-à-dire son aptitude à traduire toutes les nuances de la pensée humaine, l'équipe de l'IREM d'alors a répondu sans hésitation par l'affirmative. Elle s'est donnée corps et âme à cette tâche et a démontré de façon magistrale que non seulement les difficultés ne lui font pas peur, mais aussi par la ténacité de ses membres, elle a pu mener à bonne fin cette tâche. Nous ne pouvons que rendre hommage à ces pionniers. (...) Il est bien reconnu que la meilleure langue d'enseignement est la langue maternelle, mais ne faudrait-il pas faire un distinguo entre langue maternelle et langue académique ? Ne faudrait-il pas également considérer d'une façon très réaliste le monde où nous vivons actuellement, quotidiennement au risque de vivre par la suite dans un splendide isolement ou tout au moins de devoir fournir plus d'effort qu'il n'est nécessaire pour pouvoir bénéficier des résultats obtenus par les mathématiciens des autres nations du globe. Qu'il soit entendu une fois pour toute que, indépendamment de toute autre considération, il est tout à fait possible de faire les mathématiques en malgache. (...) cette tâche qui lui a été confiée, se trouvant pratiquement accomplie vers l'année 19980-1981, l'IREM s'est senti un peu délaissé, un peu désœuvré. Une certaine désaffection se fit jour à son égard. La situation était d'autant plus critique que le statut qui le régissait, si on peut même s'exprimer ainsi, était bien périmé, complètement dépassé et de ce fait tout moyen d'action lui a été retiré. Pour la suite de l'histoire, qu'on nous permette une image. Fabriquer, créer une nouvelle machine, constater qu'elle peut marcher est sans nulle doute une grande victoire, mais la tâche n'est pas terminée pour autant. Ne doit-on pas en effet s'assurer de sa bonne marche par un suivi permanent de son fonctionnement : remplacement des pièces pour usures normales, rodage des pièces neuves incorporées sans parler des améliorations souhaitables pour en augmenter la fiabilité et le rendement. En un mot, si on veut vraiment bien faire, il faut un suivi permanent, assurer même plus que la maintenance. »

En guise d'illustration, à titre indicatif, voici (cf. Tableau 1) quelques titres de publications de l'IREM que nous avons pu retrouver :

Numéro et titre	Auteur(s)	Nombre	Année
Bulletin n°13, Géométrie en classe de 2e	IREM	1000	Mai 1971, 96 pages
Bulletin n°14, Le groupe cet inconnu	IREM	1000	Juin 1971, 156 pages
n°16, Lalam-panorenana («Lois de composition » rédigé en malgache (r.e.ml.))	IREM	2000	Février 1972, 154 pages
n°20, Marika vaovao (Mathématique moderne (r.e.ml.))	IREM	4000	Mai 1973, 148 pages

n°21, Marika tranainy (Math. traditionnelle (r.e.ml.))	IREM	4000	Mai 1973, 114 pages
n° 22, Fangoronana (Intégration, licence, (r.e.ml.))	IREM	2000	Mai 1973, 53 pages
n°23, Lefan'ova tokana (Fonction numérique à variable)	Dr Agrégé Pierre RAJAONA		1973, 185 pages
n°24, Anatoerana (Topologie, (r.e.ml.))		2000	1973, 55 pages
n°25, Alijebra (Algèbre (r.e.ml.))		2000	1974, 84 pages
n°27, Alijebra 1 (Algèbre 1ère année sup. (r.e.ml.))		2000	1974, 140 pages
n°30, Le programme de l'IREM dans immédiat. Résolution de système d'équations et d'inéquations. Programmation linéaire.	Pr Raymond RABESAOTRA		Déc. 1988, 56 pages

Tableau 1. Quelques titres de publications de l'IREM

« On peut se demander si ces efforts ont été accomplis dans l'enseignement des mathématiques en particulier. Est-ce que les enseignants, ayant une certaine expérience, ne se sont-ils pas laissé entamer par l'usure de la routine, est-ce que les jeunes fraîchement émoulus des écoles normales et de nos établissements d'enseignement supérieur ont-ils été rôdés dans de bonnes conditions sans que leurs premiers élèves aient dû en supporter leurs frais ? Nous ne répéterons jamais assez que la tâche d'enseignant est une tâche des plus délicates qu'on puisse imaginer. (...) une leçon de mathématiques se doit d'abord d'être d'une logique rigoureuse, mais encore et surtout elle doit s'adapter à son auditoire, déjà complexe par sa nature est d'autant plus difficile à appréhender qu'il varie encore dans le temps et dans l'espace. (...) Il est également reconnu que pour la bonne formation de nos élèves, la méthode heuristique est un point essentiel, il ne s'agit pas seulement de faire des élèves une bonne banque de données, une mémoire de grande capacité mais surtout les initier à la méthode de découverte. On les oblige, tant que faire se peut, à trouver à partir des connaissances déjà acquises des résultats nouveaux. La méthode a l'énorme avantage de motiver les élèves car c'est une grande satisfaction intellectuelle pour eux que d'avoir fait eux-mêmes une découverte. Habitué à cette méthode, on peut attendre d'un élève les meilleurs fruits. (...) bien prétentieux est celui qui croit détenir les critères « d'une bonne leçon ». Pour notre part, nous nous gardons bien de prétendre les connaître. (...) L'enseignant est comparable à un tireur qui a à viser un cible, ô combien mouvante, et il est astreint à faire constamment des rectifications de tirs. Ne dit-on pas à juste titre qu'un problème bien posé est déjà à moitié résolu ? (...) Il ne s'agit pas de donner des règles mêmes générales, il s'agira surtout, et nous croyons que c'est là l'essentiel, de faire réfléchir l'enseignant profondément sur sa formation, ses lectures, ses expériences personnelles (il est enseignant et il a été enseigné) les échanges de vues qu'il a eus avec ses collègues, même des autres disciplines… Nous pensons que c'est là qu'intervient l'IREM. Il a pour objectif l'enrichissement des enseignants de mathématiques, didactiquement s'entend, et c'est déjà une lourde charge. Dans ses publications, une place sera réservée à une

tribune libre consacrée à l'enseignement des mathématiques. (...) Les projets de l'IREM ? Rien de nouveau, c'est toujours la didactique, c-à-d l'art d'enseigner, mais pour peu qu'on y regarde de près, on se rendra compte tout de suite que c'est un sujet inépuisable s'il en est. En premier lieu, nous semble-t-il, sa principale préoccupation sera la formation continue des enseignants. Cette formation continue comporte deux volets :

- *Approfondissement de leurs connaissances en matière de mathématiques au niveau de leurs enseignements. Compléments en vue de combler les lacunes éventuelles…*
- *La pédagogie proprement dite avec tout ce qu'elle comporte comme sciences auxiliaires : logique, morale, sociologie rhétorique, psychologie et surtout langue ; toute science a son langage propre et l'on ne saurait posséder sans maîtriser ce langage… (...) Les mathématiques sont connues comme étant la science abstraite par excellence, ce qui malheureusement pour certains est une raison suffisante pour s'en désintéresser… Pour lutter contre ces préjugés, des articles traiteront des applications de certaines théories mathématiques. Nous espérons de cette façon, non seulement attirer l'attention de nos élèves à s'y intéresser mais aussi à les faire aimer. Faire les mathématiques pour les mathématiques à notre avis est un mauvais principe. (...) »*

B. Motivations du projet

a. Enjeux de l'enseignement-apprentissage des mathématiques et de l'informatique

Tout d'abord, constituant une Science et un langage universel, les mathématiques concourent de façon importante à la formation intellectuelle, sociale et culturelle de l'individu. Elles offrent des clés pour appréhender le réel et permettent de dégager des modèles et d'effectuer diverses opérations sur ces modèles. Elles fournissent à l'apprenant des outils qui lui permettent de s'adapter à un monde en évolution, de mettre à profit son intuition, sa créativité et son esprit critique, et de prendre des décisions. Elles l'aident ainsi à structurer son identité, à construire sa vision du monde et à développer son pouvoir d'action. Elles le préparent à devenir un citoyen réfléchi et responsable au sein de la société. Les mathématiques sont indissociables des activités quotidiennes et des progrès réalisés dans la société. On les retrouve dans tous les domaines : médias, arts, administration, biologie, ingénierie, design, sports, etc. La richesse et la diversité des situations qu'elles permettent d'aborder ou à partir desquelles on peut dégager des structures donnent un aperçu des liens qu'elles entretiennent avec plusieurs aspects de la vie courante. On ne saurait toutefois apprécier cette discipline et en saisir la portée sans acquérir certaines connaissances essentielles dans les divers champs qui les composent. À titre indicatif, on pourra interpréter des quantités et leurs relations grâce à l'arithmétique et à l'algèbre, l'espace et les figures grâce à la géométrie, et les phénomènes aléatoires grâce aux probabilités et à la statistique. Son enseignement au secondaire comme au supérieur est plus efficace lorsqu'il prend appui sur des objets concrets ou sur des situations tirées de la réalité. La résolution de situations-problèmes constitue l'essence même de l'activité mathématique. Bref, les mathématiques constituent la science qui cherche les « les choses simples » !

De plus, par rapport à la science informatique, il est acquis que «penser une éducation de qualité pour tous aujourd'hui ne peut se faire sans prendre en compte la dimension technologique ». Aussi s'avère-t-il indispensable de relier cette question de technologie à

celle des ressources pour l'enseignement-apprentissage. Une éducation mathématique de qualité pour tous ne peut se réaliser sans la production de ressources de qualité : des ressources pour les apprenants et des ressources pour les enseignants. Enfin, l'éducation à l'informatique ne se limite point à l'utilisation des équipements tels les ordinateurs et tablettes, elle doit passer par l'appropriation de l'éducation à l'algorithmique de façon naïve et contextuelle d'abord avant d'accéder à la théorie véritable plus tard. Tout enseignant des mathématiques doit déjà en être sensibilisé, motivé et formé avant de pratiquer l'intégration de cette éducation à ses élèves tout au long des cours de mathématiques dès que l'occasion se présente.

b. Évolutions des taux d'inscription en série C dans trois provinces de Madagascar : Antsiranana, Fianarantsoa et Toamasina.

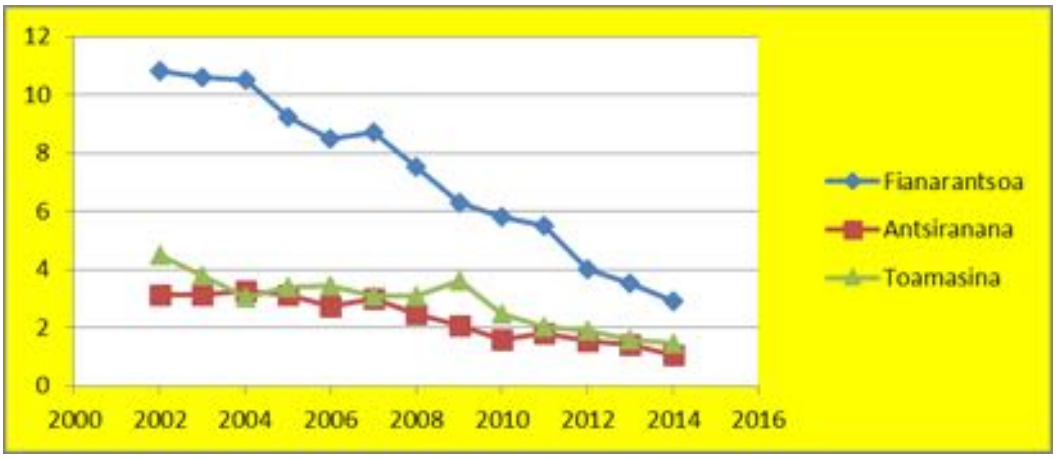


Figure 1 : Évolutions des taux d'inscriptions en baccalauréat série C dans trois provinces : Antsiranana, Toamasina et Fianarantsoa

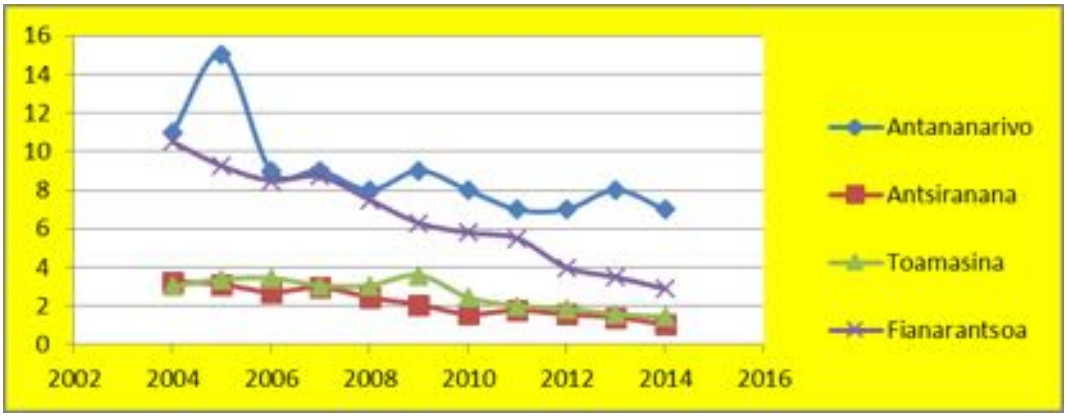


Figure 2 : Évolutions des taux d'inscriptions en baccalauréat série C dans quatre provinces : Antananarivo, Antsiranana, Toamasina et Fianarantsoa

Interprétation : Beaucoup d'interprétations peuvent être dégagées à la lecture de ces « courbes » de l'évolution des taux de désaffection envers les mathématiques. Entre autres, Il ressort de l'examen de ces trois graphes représentant respectivement les évolutions respectives des taux d'inscription au baccalauréat série C (mathématiques et sciences physiques) les points suivants :

I1. Pour l'ensemble des trois provinces d'Antsiranana, Toamasina et Fianarantsoa :

1. Décroissance pratiquement linéaire depuis 2002 jusqu'en 2014, c'est-à-dire en 12 ans, jusqu'en dessous de 2% des inscrits seulement.
2. Désaffection croissante des mathématiques par les jeunes lycéens dans les trois provinces d'Antsiranana, de Toamasina et de Fianarantsoa durant ces 12 années. Pourquoi un tel phénomène ? En fait, la société ou l'opinion estime et croit, inconsciemment à tort, que les mathématiques sont déjà difficiles, en plus, un diplômé spécialisé en mathématiques ne peut espérer que l'ingrat mais noble métier d'enseignant.
3. Les taux de désaffection sont plus élevés dans deux provinces septentrionales d'Antsiranana et de Toamasina que dans la province de Fianarantsoa. Sachant que les mathématiques sont les reines des sciences, ces taux convergent fatalement vers un effectif pratiquement négligeable des scientifiques de haut niveau dans un futur très proche.

I2. Pour l'ensemble des quatre provinces d'Antananarivo, Antsiranana, Toamasina et Fianarantsoa :

4. Avec cette tendance à se stabiliser autour de 7 et 8% (cf. figure 2), le phénomène de désaffection des mathématiques est moins grave dans la province d'Antananarivo que dans les provinces périphériques ; mais, on y note tout de même une baisse progressive quoique plus lente qu'ailleurs.
5. Besoin des actions urgentes et efficaces pour rehausser le taux d'affection des mathématiques chez les jeunes lycéens. Des enseignants de maths ne disent rien sur les applications concrètes des concepts.
6. Il convient de prendre des mesures d'urgence pour les régions des provinces périphériques, ne serait-ce qu'à titre d'actions pilotes, avant d'agir sur toute l'étendue de l'archipel Madagascar ;
7. Les allures linéairement décroissantes des taux d'affection envers les mathématiques chez les jeunes de 15 à 20 ans dans ces trois provinces semblent confirmer le triste constat fait par l'UNESCO ces dernières années, à savoir : « *Il est unanimement reconnu que les mathématiques sont omniprésentes dans le monde actuel, notamment dans les objets technologiques qui nous entourent ou dans les processus d'échange et de communication, mais elles le sont généralement de façon invisible. Cette invisibilité rend problématique la perception de l'intérêt de développer une culture mathématique, au-delà des apprentissages les plus basiques, concernant nombres, mesures et calcul.* »

A.1 Les notes maximales et minimales des candidats en série C dans la province d'Antsiranana

Centre	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Maths		Maths		Maths		Maths		Maths		Maths		Maths	
	min	Max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
DIEGO	**0,50**	19,00	**0,50**	**16,50**	**1,00**	13,00	**0,50**	16,50	**0,75**	14,00	**0,50**	**12,00**	**3,75**	10,75
AMBANJA	**1,50**	11,00	**0,50**	11,75	**4,00**	14,00	**1,50**	17,00	**5,25**	13,25	**0,25**	**15,00**	**0,25**	**8,50**
NOSY BE	**1,00**	7,00	**2,75**	12,00	**1,75**	9,75	**3,00**	**9,25**	**8,75**	**9,00**	**6,00**	13,00	**1,50**	13,00
SAMBAVA	**2,00**	12,00	**0,50**	**6,50**	**0,50**	12,25	**0,25**	14,50	**0,50**	13,50	**0,75**	13,50	**0,25**	14,50

ANTALAHA	1,00	15,50	1,00	15,00	1,75	11,25	0,50	17,50	3,25	15,00	3,50	14,00	0,25	18,50
ANDAPA	5,50	16,00	2,50	16,50	2,50	13,00	1,50	16,00	1,25	14,50	1,00	15,00	1,00	12,00
VOHEMAR					4,75	15,00	5,75	12,00	4,50	12,00	0,25	14,50	0,75	11,50

Centre	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	Maths		Maths		Maths		Maths		Maths		Maths	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
DIEGO	0,15	12	1,5	14,5	0,25	16,25	0,5	15,25	0,25	11,5	1,25	14
AMBILOBE					1	13	3,25	11,75	2	11	0,5	7,75
AMBANJA			0,5	10,5					1,5	9	0,25	11,5
NOSY BE	0,35	10,4	0,5	10	0,75	12	2,75	15,75	2,75	14,25	1,25	10
SAMBAVA	2,8	8,1	1	16	1	12,25	0,25	16,25	0,25	12	0,25	15
ANTALAHA									0,75	15	7,5	12,25
ANDAPA									5	17,25	4,5	10,5

A.2 Les notes maximales et minimales des candidats en série C dans la province de Toamasina

	Mathématiques du baccalauréat	
Année	Note Minimale	Note Maximale
2012	3,5	17,75
2013	4	18
2014	1	19

Interprétation des notes minimales :

L'existence des notes minimales inférieures ou égales à 4 sur 20 nous amène aux interprétations suivantes :

1. Faiblesse paradoxale de niveau en mathématiques pour des élèves déjà sélectionnés pour suivre la série C (mathématiques et sciences physiques) : très peu d'apprentissage des mathématiques chez les lycéens malgré qu'ils y sont présélectionnés. Est-ce imputable à la non-pertinence de présélection ou au non pertinence des approches pédagogiques ?
2. Existence des rares bons élèves en mathématiques, hétérogénéité accrue des apprenants en mathématiques.
3. Besoin d'actions efficaces d'amélioration de la qualité de l'enseignement/apprentissage des mathématiques ; de telles actions comprennent vraisemblablement les suivantes :
   - Opportunité pérenne de formation continue sur place (regroupement par Direction régionale de l'éducation nationale (DREN) ou Circonscription scolaire (CISCO)) des enseignants tant en didactique des mathématiques et de l'informatique, qu'en mises à jour des connaissances mathématiques sur ses différents thèmes : résolution de problèmes, probabilités et statistiques, épistémologie des mathématiques et de l'informatique, géométrie, algèbre, théorie des graphes et applications, approche par compétences en mathématiques et informatique. En matière d'histoire des sciences, paraphrasons le philosophe positiviste Auguste COMTE (1798-1857) qui disait: « La connaissance de l'histoire des sciences est de la plus haute importance. *On ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire* ».

- Édition des bulletins et des manuels de guide pédagogique en mathématiques.
- Recherche et développement en didactique des mathématiques et de l'informatique.
- Rencontres régulières (annuelles au moins) sous forme de séminaires ou ateliers thématiques des enseignants des mathématiques et de l'informatique pour échanges d'expériences et des problèmes psychopédagogiques en mathématiques.
- Existence d'une association savante des professeurs de mathématiques rassemblant les universitaires qui sont bien avertis plus ouverts et les non universitaires qui sont les « gens du terrain » en vue d'homogénéisation ascendante et progressive.

Rappelons le postulat sur l'enseignement suivant :

Enseigner, c'est conduire un groupe d'apprenants pour s'approprier des concepts nouveaux et des compétences précises ; c'est organiser des situations d'apprentissage, créer une ambiance favorable à l'apprentissage.
A l'instar de « VENDRE, c'est provoquer l'envie d'acheter et l'achat », donc
« Si **Pas d'acheteurs,** alors **pas de vendeur**», il ressort que :
« Si **Pas d'apprentissage,** alors **Pas d'Enseignement digne de ce nom**».
Par ailleurs, l'efficacité d'une approche pédagogique nécessite ainsi d'avoir un **minimum de leadership transformationnel** et un **leadership charismatique,** c-à-d. un **leadership pédagogique** :
Un Enseignant n'est pas simplement un dispensateur d'informations.

Mesures et actions de remédiation et d'amélioration possibles

Les Universités, à travers leurs enseignants chercheurs, doivent :

- **Contribuer** à l'amélioration de la qualité de l'enseignement secondaire et primaire.
- **Renforcer** l'enseignement des sciences et des langues étrangères pour faciliter l'accès aux informations.
- **Prendre** une mesure d'urgence pour les provinces périphériques avant d'agir sur toute l'entendue de l'archipel Madagascar.
- **Créer** un centre de recherche sur l'enseignement des mathématiques et de l'informatique pouvant concevoir et offrir des formations continues aux enseignants au poste.
- **Effectuer des campagnes** de sensibilisation, d'information et d'orientation auprès des lycéens, surtout en classe de seconde qui est la classe de détermination, et des parents, voire des décideurs à différents niveaux, sur la relation entre mathématiques et développement durable, l'utilité des mathématiques : descente sur terrains, média : **Informer que les mathématiques servent à :**
  - *Fournir aux autres sciences un langage efficace et des outils* ***;***
  - *Jouer un rôle essentiel dans le développement des technologies qui améliorent le quotidien ;*
  - *Défier les grandes problématiques d'aujourd'hui et de demain ;*
  - *Développer la rigueur et le raisonnement, mais aussi l'intuition, l'imagination, l'anticipation par voie d'abstraction, voire le rêve ;*

- *Occuper des emplois à forte valeurs ajoutées dans des industries et services de haute technologie (aéronautique, énergie, chimie, télécommunication, médecine, pharmacie, finance, assurance, météorologie, transport, économétrie, statistiques, etc.).*

- **Créer une équipe de recherche** regroupant mathématiciens, informaticiens, didacticiens de maths, psychopédagogues, linguistes et des enseignants du secondaire (personnes de terrain).
- **Créer une association savante** regroupant tous les enseignants des mathématiques des collèges, lycées et des universités.
- **Effectuer régulièrement une évaluation** nationale sur le niveau des élèves en mathématiques afin de mesurer l'impact des réformes pédagogiques lancées en vue de l'attente de la compétence mathématique pour tous, car de plus en plus le monde actuel a besoin des personnes capables de résoudre des problèmes.
- **Lutter contre** l'emploi des terminologies maladroitement traduites en malagasy telle « SOLOSAINA » qui engendrerait une paresse intellectuelle à faire du calcul mental et du raisonnement rapide, eu égard au pentaèdre didactique, c.-à-d. les interconnexions entre les cinq pôles actuellement impliqués par le système éducatif : Apprenant – Enseignant – Savoir – Société ambiante (Environnement socio-économico-culturel et politique) - Technologies. Le triangle pédagogique de Houssay en est une face.
- **Amener les enseignants** à adopter la **pédagogie explicite**, c.-à-d. la pédagogie qui donne aux élèves les méthodes pour apprendre et le sens des apprentissages et qui s'attache sur ce que les élèves doivent savoir et savoir-faire. Ce qui va rejoindre la célèbre approche par les compétences (APC, APC = PPO + socioconstructivisme).
- **Initier à l'éducation informatique** de façon intégrée pendant les séances de cours de mathématiques dans le secondaire : il s'agit de faire apparaître dès que possible l'énonciation des étapes à suivre pour aboutir à un résultat, soit un algorithme en acte.
- **Rendre l'enseignement des mathématiques** plus attractif et construire la culture mathématique nécessaire à la compréhension du monde d'aujourd'hui.
- **Amener les enseignants des mathématiques** à faire aimer les mathématiques et l'informatique scientifique par les apprenants.
- **Faire comprendre aux enseignants** ainsi qu'aux décideurs la noblesse du métier d'enseignant, l'avenir de l'enfant et donc l'avenir du pays leur étant confiés, avec tout le dévouement et le sens de la vocation que cela exige d'eux.
- **Faire comprendre aux décideurs** la nécessité de recruter les meilleurs diplômés ayant les plus fortes motivations pour cette noble profession, le statut d'enseignant devant ainsi être attrayant.

Madagascar, un pays en voie de développement, a besoin des jeunes techniciens pour booster son économie. Cela sera impossible sans passer par la maîtrise des nouvelles technologies, qui nécessitent une bonne base des disciplines scientifiques, en particulier les mathématiques.
Par conséquent, une réflexion, voire une réorientation de l'enseignement des mathématiques et de l'informatique s'impose pour rendre cette discipline accessible et attrayante, ce projet s'inscrit dans cet axe. À travers des ateliers de formation et des échanges scientifiques, ce projet permettra d'améliorer l'enseignement et surtout l'appropriation des savoirs mathématiques, grâce à l'utilisation des outils numériques et de la pédagogie active soucieuse de la question du sens.

Ce projet agit ainsi directement sur l'amélioration de l'intrant du système de l'enseignement supérieur et par conséquent, il contribue notablement à la refondation de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique de Madagascar.

En quoi le projet présenté s'inscrit-il dans la politique de l'établissement et/ou dans la politique nationale ?

L'équipe d'accueil « Éducation et didactique des mathématiques et de l'informatique (EDMI) » de l'école doctorale « Problématiques de l'éducation et didactiques des disciplines (PE2Di) » regroupant d'ailleurs les deux ENS (ENSET d'Antsiranana et ENS de Fianarantsoa), à travers ce projet vont accompagner les trois établissements impliqués dans ce processus, ne serait-ce qu'en matière de ressources humaines et de locaux. Il en est de même pour le département de mathématiques et informatique et applications (MIA) de la faculté de droit, économie gestion et mathématiques et informatique applications (DEGMIA) de l'université de Toamasina à travers ses mathématiciens et informaticiens, ainsi que le laboratoire LIDIE de l'ENS de Fianarantsoa, le département de mathématiques et informatique de l'ENSET d'Antsiranana.

Par ailleurs, l'École Normale Supérieure pour l'Enseignement Technique (ENSET) d'Antsiranana et l'École Normale Supérieure (ENS) de Fianarantsoa sont des établissements d'enseignement supérieur et de recherche qui ont pour missions de former les enseignants des mathématiques, de physique-chimie et de génies électrique et mécanique aux lycées généraux et techniques et d'effectuer des recherches en éducation.

Dans tous les niveaux, une place importante est donnée à l'informatique, à la maîtrise de la nouvelle technologie de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) et à la bonne pratique consciente de l'approche par les compétences en pédagogie. Parallèlement à cela, le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique a lancé un grand défi sur la mise en place de l'Université Numérique. À Antsiranana comme à Fianarantsoa et à Toamasina, beaucoup des travaux sont déjà faits pour motiver les enseignants et aussi les étudiants à se familiariser avec les numériques (vitrine numérique, mise en place du réseau sans fil au sein de campus, campus numérique francophone, pédagogie universitaire). La réalisation de ce présent projet va accélérer l'atteinte de ces objectifs.

Par ailleurs, à l'échelle du village planétaire et donc dans notre quartier de l'archipel Madagascar, dans sa déclaration de Budapest de 1999, l'UNESCO lance des défis pour atteindre l'objectif de « L'Enseignement scientifique pour tous ». Or, depuis les deux dernières décennies, à travers les inscriptions au baccalauréat, les jeunes Malagasy sont répartis en 70% de littéraires et seulement 30% de scientifiques. Une telle situation va à l'encontre de la réalité que notre monde actuel est profondément marqué par la science et la technologie : préservation de l'environnement, réduction de la pauvreté, amélioration de la santé ; chacun de ces défis et bien d'autres encore requièrent des scientifiques capables de développer des solutions efficaces et réalistes – ainsi que des citoyens en mesure de prendre une part active au débat sur ces sujets. Et en 2009 et 2011, vu le caractère omniprésent des mathématiques dans les problématiques de la recherche de l'amélioration de la qualité de la vie de l'Humanité, l'UNESCO lance en amont de ce dernier objectif des défis pour l'atteinte de l'objectif de « *Enseignement des mathématiques et l'éducation à l'informatique pour tous* ». Nous citons de cet ouvrage le propos suivant : *« En effet, un enseignement des*

sciences et des mathématiques pertinent et de qualité permet de développer la réflexion critique et la créativité, aide les apprenants à comprendre le débat public sur les politiques et à y prendre part, encourage les changements de comportement propres à engager le monde sur une voie plus durable et stimule le développement socioéconomique. L'enseignement des sciences et des mathématiques peut ainsi apporter une contribution décisive à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement adoptés par les dirigeants mondiaux en 2001. »

Enfin, tous les collègues universitaires sont unanimes à constater tristement que nos étudiants de première année accusent des lacunes en esprit d'analyse et de synthèse, en prise d'initiative et en créativité, même dans les parcours scientifiques et technologiques. Ce qui amène d'ailleurs certains collèges des enseignants à une tentation d'organiser un semestre préparatoire, voire une année préparatoire, pour remettre à niveau nos étudiants entrants. Une telle stratégie s'avère tout de même très difficile à concrétiser, car impopulaire et coûteuse en temps ! Aussi, s'avère-t-il plus pertinent et efficace que les enseignants-chercheurs prennent part aux actions qui vont dans le sens d'améliorer la qualité des enseignements-apprentissages offerts dans les lycées du pays, surtout au niveau de la classe de seconde qui est celle de détermination de l'avenir des jeunes en fin d'adolescence. Il conviendrait que les enseignants de mathématiques de ce niveau scolaire comprennent les enjeux de l'éducation mathématique et les impacts socioéconomiques des mathématiques et de l'informatique. Par rapport aux universités, on réalise ainsi l'amélioration du sol pour produire une meilleure semence. Avec une semence améliorée, l'université produira des cadres supérieurs scientifiques imbus de compétences innovatrices et de créativité selon l'adage malagasy : « *Ny hazo no vanonko lakana dia ny tany naniriany no tsara* », c.-à-d. «c'est le bon sol qui produit les bons arbres ! »

En quoi le projet répond-il aux objectifs du programme « Projets mobilisateurs » ?

Notre projet concerne la réalisation des ateliers des formations et de partages entre enseignants des mathématiques sur l'utilisation des logiciels scientifiques et sur les enjeux de l'enseignement-apprentissage des mathématiques et informatique. Plus précisément, sur le plan de technologies éducatives, nous travaillerons sur deux groupes de logiciels que les enseignants doivent maîtriser :

- logiciels de rédaction des textes scientifiques et surtout mathématiques (LATEX, BEAMER),
- logiciels de calcul scientifique (MATLAB, SCILAB, MAPLE, MAXIMA, XCAS, GEOGEBRA, CARMETAL…).

Un accent sera mis sur les logiciels libres. Tout cela rentre dans l'objectif du programme « Projets mobilisateurs » qui vise la concrétisation du projet « Université Numérique », avec des séances d'initiation en présentiel. De plus, parallèlement à cela, nous travaillerons sur la méthodologie et les enjeux d'enseignement-apprentissage des mathématiques et de l'informatique :

- Les défis lancés par l'UNESCO depuis 2011 pour l'atteinte de l'objectif de « L'enseignement des mathématiques et l'éducation à l'informatique pour tous» ;
- L'approche par les compétences (APC) en mathématiques et informatique ;

- Les différentes dimensions de l'éducation mathématique au-delà des calculs basiques et de la littéracie mathématique : communication scientifique, démocratie, flexibilité, créativité/innovation, modélisation, raisonnement ou argumentation, etc. ;
- L'enseignement en tant que leadership pédagogique ;
- La didactique des mathématiques, le statut des erreurs d'apprenants en enseignement–apprentissage et la docimologie.

C. Déroulement du projet

De l'analyse qui précède, nous avons jugé opportun et pertinent de faire « renaître » l'IREM de l'Université de Madagascar de l'époque sous une forme plus adaptée aux réalités actuelles sous diverses dimensions : état d'avancement des mathématiques (algèbre, analyse, statistiques, science des données, probabilités, mathématiques discrètes, résolution de problèmes de la vie, etc.), évolution des nouvelles technologies de l'information et de la communication, et informatique (algorithmique, programmation scientifique, automatisation, canal satellite, didacticiels de mathématiques, etc.), globalisation, etc. Le temps de l'université de Madagascar étant révolue depuis début des années 90, avec l'instauration des six universités publiques autonomes de Madagascar à raison d'une université par province, après concertation interuniversitaire, avec les accords des présidents des universités impliquées, nous avons jugé très urgent de constituer une équipe interuniversitaire de travail en recherche-action et de créer un Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques et de l'Informatique (I.R.E.M.I.) au sein de chacune des six universités publiques de l'Île. Ces six IREMI devront être créés progressivement et constituer directement un réseau d'IREMI-Madagascar en commençant par les universités périphériques comme suggéré par la lecture des courbes des évolutions des taux d'élèves lycéens qui suivent la série C ou série mathématiques-physique (cf. figure 2). Nous allons donc commencer par les universités d'Antsiranana (extrême nord), de Toamasina (côte est central), et de Fianarantsoa (sud central). Ces trois sites d'IREMI-Mada pionniers ou pilotes trouveront la participation d'une équipe de recherche de onze enseignants-chercheurs dont un Professeur titulaire ancien élève-professeur de l'Institut National Supérieur de Recherche et de Formation Pédagogique (INSRFP) et de l'École Normale Supérieure, titulaire d'un DEA de mathématiques option didactique, d'un doctorat et d'une HDR en mathématiques, auteur et co-auteur de publications en didactique et pédagogie des mathématiques, de sept docteurs dont six anciens normaliens ayant une expérience d'enseignement des mathématiques dans le secondaire et trois assistants qui sont doctorants inscrits à l'école doctorale de « Problématiques de l'éducation et didactique des disciplines », travaillant au sein de son équipe d'accueil « Éducation et didactique des mathématiques et de l'informatique sous la responsabilité dudit professeur titulaire. Le réseau d'IREMI-Mada devra disposer des équipements performants de reprographie pour l'édition des documents pédagogiques d'accompagnement des enseignants de terrain de tous les niveaux du primaire jusqu'à l'université, d'un site web dynamique. Ce réseau d'IREMI-Mada pilote travaillera selon les deux objectifs généraux (OG) suivants :

- OG1 : *Améliorer la qualité de l'enseignement des mathématiques et de l'informatique, et donc par ricochet des sciences et technologies, dans le système éducatif de Madagascar*.
  Il vise les deux objectifs spécifiques (OS) de «OS1.1 : *Mettre en place un réseau IREMI à Madagascar » et « OS1.2 : Créer une plateforme pour échanges et partages*

des ressources numériques de formations en mathématiques - informatiques et rendre les enseignants innovateurs »

- OG2 : *Améliorer le cadre de la formation scientifique dans la zone d'action pilote d'abord, puis dans tout le pays. Ses objectifs spécifiques sont : « OS2.1 : Augmenter le taux d'orientation des jeunes vers les séries scientifiques » et OS2.2 :* Produire et vulgariser des didacticiels de mathématiques et informatique adaptés aux réalités de Madagascar ». Durant les deux ou trois années de la période de réseau IREMI-Mada pilote, les thèmes de formation continue des enseignants seront ventilés comme suit (cf. tableau 2). Ils sont répartis entre les onze co-équipiers dudit réseau IREMI-Mada pilote.

Le détail du projet avec la ventilation du budget de mise en place et de fonction dudit réseau pilote d'IREMI-Mada est déjà bien ficelé et n'attend que l'obtention de son financement par un organisme généreux ou un financement partagé par plusieurs de tels organismes. Nous signalons que les deux ministères cibles, à savoir le Ministère de l'éducation nationale (MEN) à travers son Directeur général du secondaire et de la formation de masse (DGSFM) et le Ministère de l'enseignement technique et professionnel et de l'emploi (METFPE) à travers sa directrice Générale de l'Enseignement Technique (DGETFP) ont déjà été consultés et ont émis leurs accords verbaux préalables et ont promis d'en donner suite par écrit pour sa mise en œuvre une fois le financement obtenu. Enfin, l'IREM de l'université de La Réunion, France, à travers son directeur, a donné son accord pour être partenaire sur le plan technique, proximité favorisant.

Thèmes abordés	Domaine(s) impliqué(s)
Pédagogie & didactique des mathématiques & Enjeux de l'enseignement-apprentissage des mathématiques & de l'informatique. Leadership pédagogique (*ici, didactique des maths = réflexion approfondie sur l'apprentissage et l'erreur de l'apprenant en maths)*	Enseignement et son organisation – connaissance de l'élève. + Contenus mathématiques et informatiques.
Sur la résolution d'équation algébriques dans Z & Q et discriminant d'un polynôme réel	Connaissances mathématiques visées par le curriculum essentiellement
Didactique des probabilités conditionnelles	
Arithmétique et cryptographie	Connaissances utilisées par l'enseignant pouvant dépasser celles du curriculum
Sur les calculs mentaux : enjeux et didactique du thème	
Enseignement de la statistique et logiciels Excel et R	Connaissances mathématiques visées par le curriculum essentiellement et TICE
Enseignement des mathématiques avec TICE & logiciels libres (Geogebra, Carmetal, Sine qua Non, etc.)	Connaissances utilisées par l'Enseignant pouvant dépasser celles du curriculum +
Didactique de l'informatique, TNI & Latex	

Éducation à la géométrie & enjeux, cas des coniques & quadriques, et culture de construction	Connaissance de l'élève et contenu mathématique ou informatique
Éducation à l'informatique & multimédia	
Apprentissage de démonstration et rédaction mathématiques	
Modélisations probabilistes et théorie des graphes	Connaissances mathématiques visées par le curriculum essentiellement
Techniques de rédaction scientifique et anglais scientifique	
Initiation en programmation et gestion des bases des données	
Techniques d'analyse descriptive des données quantitatives et qualitatives	

Tableau 2 : Thèmes de formation continue

D. Conclusion et perspectives

Ce projet est ambitieux, mais il est vital pour une amélioration de la qualité du système éducatif de Madagascar et pour la formation des jeunes en sciences, dont les mathématiques. Aussi, lançons-nous un appel à toute bonne volonté pour venir apporter sa contribution, qu'elle soit technique ou financière ou matérielle, afin que ce projet de création d'un réseau pilote d'IREMI-Mada se réalise d'abord, et que le réseau d'IREMI-Mada pérenne soit installé à Madagascar.

D'ores et déjà, nous remercions vivement le bureau Océan Indien de l'AUF d'avoir bien voulu accorder le financement du billet d'avion Antananarivo-Paris-Antananarivo pour permettre au coordinateur dudit projet de participer à ce deuxième colloque international des IREM francophones à Strasbourg.

E. Références

Raymond RABESAOTRA (1988), *Le programme d'action de l'IREM dans l'immédiat. Résolution de systèmes d'équations et d'inéquations linéaires.* Programmation linéaire, Publication de l'IREM de l'Université de Madagascar, N°30, déc. 1988, 56 p.

UNESCO (2011), *Les défis de l'enseignement des mathématiques dans l'éducation de base,* ED-2010ws/37 CLD 2895.10.

UNESCO (2010*), Current challenge in basic education,* ED-2010/0/WS/42 CLD 3275.10.

UNESCO (2004), *Éducation de qualité pour tous les jeunes,* 47e Conférence internationale sur l'éducation, Genève, 8-11 septembre 2004.

Afaf MANSOUR (2012), Approche par les compétences, *Repères Irem*, n°88, pp. 5-20.

Orit HAZZAN, Tami LAPIDOT & Noa RAGONIS (2011), *Guide to teaching computer science,* Springer-Verlag London Limited 2011

MICHAEL R. & Linda M. WOOLF, *A Guide to Teaching Statistics: Innovations and Best Practice*, Wiley-Blackwell, *2009*.
JUDY WILLIS M.D., *Learning to love math,* ASCD Alexandria, USA, 2010.
B. BAUMSLAG, *Fundamentals of teaching mathematics at university level,* Imperial College Place, Sweeden, 2000.
Elena NARDI, *Amongst mathematicians: teaching mathematics at university level*, Springer Science + Business, USA, 2008.
Kevin HOUSTON, *How to think like a mathematician*, Cambridge University Press, 2009.

Délégation du Pérou

INSTITUT DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES DU PEROU

IREM-PUCP PÉROU

http://irem.pucp.edu.pe/

Cintya Gonzales Hernández[2]

Dans cette communication, nous décrivons la participation du Pérou au Colloque du Réseau International des IREM qui se déroule en Strasbourg, et nous présentons aussi la structure de notre institut de recherche et des projets de recherche qui sont en développement à ce moment.

Le Pérou est une société diversifiée et avec des inégalités dans l'éducation. Pour cette raison l'éducation dans notre pays est en train de changer sa structure : Un Projet d'Éducation Nationale est prévu jusqu'à 2021 (PEN). L'un des grands changements est que les enseignants soient bien préparés afin excercer dans l'enseignement professionnel. En particulier en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques, dans les dernières années a eu l'influence de la Maître dans l'enseignement des mathématiques de l'Université Pontificale Catholique du Pérou (PUCP) et de l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM-PUCP). D'autre part comme l'expliquent Salazar y Gaita (2015, p.264) … "Nous constatons que l'un des principaux responsables de développement de l'enseignement des mathématiques

[2] Cintya.gonzales@pucp.pe

au Pérou au cours des dernières décennies était le Dr Uldarico Malaspina". Il est fondateur et directeur de l'institut.

L'IREM-PUCP a été créé le 25 octobre 2000, en conformité avec les principes énoncés par les professeurs André Antibi et Uldarico Malaspina. Dans notre cas, ses membres sont professeurs et anciens élèves du Master en enseignement des mathématiques. Ces objectifs font partie des trois axes du plan stratégique institutionnel de la PUCP, qui sont la Formation, la Recherche et les Rapports avec l'entourage.

Pour cette raison, sont constituées trois Directions qui s'appellent de la même manière que les axes.

Nous présentons maintenant les objectifs, les lignes et les projets de recherche des trois directions.

DIRECTION DE LA RECHERCHE

Lignes de recherche :

1. Résolution et création de problèmes. Leur relation avec le développement de la pensée mathématique et statistique dans l'enseignement et l'apprentissage.
2. Visualisation dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.
3. Influence de la technologie sur l'éducation mathématique.
4. Développement de la compétence didactico-mathématique chez les professeurs des mathématiques.

Objectifs :

- Promouvoir l'élaboration et le développement de projets de recherche sur l'éducation mathématique, en lien avec les lignes de l'Institut, par des groupes de recherche de l'IREM ou en coordination avec d'autres institutions.
- Produire et diffuser les résultats de la recherche sur l'éducation mathématique dans la réalité éducative péruvienne, qui contribuent à l'amélioration de sa qualité aux différents niveaux de l'enseignement.

Projets internationaux PEAMAT-DIMAT avec l'appui de FAPESP-PUCP

Coordination générale - M. Saddo Ag Almouloud (PEAMAT) Coordinatrice collaboratrice: Mme. Jesús Flores (DIMAT)		
GÉOMÉTRIE Coordinateurs: Saddo Ag Almouloud/ Jesús Flores Salazar	ALGÈBRE Coordinatrices: Maria José Ferreira da Silva et Cecilia Gaita Iparraguirre	PROBABILITÉ ET STATISTIQUE Coordinatrices: Cileda de Q. S. Coutinho, Augusta Osorio Gonzales.

THÈMES TRANSVERSAUX:
• Preuves et démonstration (Saddo Ag Almouloud) • Technologies (Maria José Ferreira da Silva) • Histoire des mathématiques appliquée à l'Éducation mathématique (Fumikazu Saito)

Projet de l'IREM avec l'appui de la direction générale de recherche-PUCP

Coordination générale - Mme. Cecilia Gaita Iparraguirre	
Partie I Création d'organisations mathématiques et didactiques pour l'algèbre scolaire	Partie II Identification de connaissances didactico-mathématiques du professeur pour le développement du raisonnement algébrique.

Résultats attendus :

- Thèse de Master dans l'Enseignement des Mathématiques–PUCP et du Programme d'études de Troisième Cycle en Éducation mathématique–PUCSP.
- Publication de la recherche conjointe entre les groupes dans les différents axes du projet.

DIRECTION DE LA FORMATION

Objectif :

Aider les enseignants des différents niveaux d'enseignement qui sont en formation et en exercice à avoir une solide formation mathématique et que celle-ci soit favorable à la recherche dans l'éducation mathématique et en particulier en relation avec les lignes de recherche de l'institut.

Formation – activités :

1. Actualisation continue des enseignants de primaire en statistique et probabilité

   On organise dans différentes régions du pays des ateliers d'actualisation continue pour des enseignants de primaire, cela avec une coordination préalable avec l'UGEL (Unités de Gestion Educative Locale).

   Objectif : Discuter des concepts de base de la Statistique descriptive nécessaires pour l'enseignement au niveau primaire. Identifier les difficultés des étudiants. Étudier le cycle de la Recherche empirique – PPDAC et, à partir de cela, construire des activités où l'on doit commencer par un problème faisant partie du contexte de l'étudiant duquel surgisse le besoin d'analyser des données.

2. Formation dans le programme de Master

   Des réunions de discussion sont réalisées avec des étudiants du programme de Master dans l'enseignement des mathématiques de la PUCP, guidées par des chercheurs de l'IREM dans les différentes lignes de recherche.

   Les étudiants de Master sont impliqués dans des projets de l'IREM.

   Groupe bénéficiaire : Environ 20 enseignants de différents niveaux d'enseignement.

RAPPORTS AVEC L'ENTOURAGE

Objectifs :

- Contribuer à la formation des professeurs de mathématiques de différents niveaux éducatifs en ce qui concerne les processus de production et de communication des connaissances mathématiques dans le cadre de la politique de l'éducation nationale.
- Renforcer les relations avec des institutions de la recherche dans l'éducation mathématique pour échanger des expériences et développer des recherches conjointes, ainsi qu''institutionnaliser les liens avec des groupes de recherche dans cette discipline.
- Contribuer au dialogue et à l'interaction institutionnelle avec les gestionnaires publics et privés de l'éducation mathématique, en vue d'améliorer la qualité des programmes d'études, des textes, des programmes visant à encourager la culture des mathématiques et des plans de formation de l'enseignant.

Activités :

- Organisation de colloques internationaux sur l'enseignement des mathématiques. VIIIème Edition- 10, 11 et 12 août 2016
- Projet de la PUCP au Pérou : Diffusion des recherches selon les lignes développées par l'IREM dans différentes facultés d'éducation des universités publiques du Pérou (Cuzco, Piura, Huancavelica, Puno, etc.).
- Participation des membres de l'IREM dans des commissions chargées de la réforme du curriculum de l'Éducation de Base.
- CANP Région andine et Paraguay (Pérou, février 2016)

COLLOQUES INTERNATIONAUX

VIème IBEROCABRI (2012) Participation, notamment de : Colette Laborde, Jean-Marie Laborde, Joris Mithalal, Luis Moreno Armella (Mexique), Maria José Ferreira da Silva (Brésil), etc. http://congreso.pucp.edu.pe/iberocabri/

MATHÉMATIQUES : DE LA PUCP AU PÉROU 2016

On sera présent dans 5 universités de l'intérieur du pays où 21 cours seront dictés.

Avec la participation des professeurs de :

- Université Catholique du Pérou - PUCP
- Université catholique de Sao Paulo (Brésil)
- Université publique de Navarra (Espagne)
- Université de Nariño (Colombie)
- Université de Medellín (Colombie), etc.

En conclusion, je pense qu'il est important d'avoir des réunions pour échanger idées, opinions, ainsi que d'avoir une connaissance des différentes cultures et caractéristiques des chercheurs de différents pays à travers le monde, le tout avec le même objectif « Formation des enseignants de mathématique ici et ailleurs ».

Comité directeur :

Directeur : Uldarico Malaspina Jurado
email : umalasp@pucp.edu.pe
Directrice de la Recherche : Cecilia Gaita Iparraguirre
email : cgaita@pucp.edu.pe
Directeur des Rapports avec l'entourage : Francisco Ugarte Guerra
email : fugarte@pucp.edu.pe
Directrice de la Formation : Jesús Victoria Flores Salazar
email : jvflores@pucp.edu.pe
Secrétaire de la Gestion : Maritza Luna Valenzuela
email : luna.m@pucp.edu.pe

7. Ateliers

Atelier 5

Raisonnement mathématique sous toutes ses formes

Denise Grenier (IREM de Grenoble) et Judith Sadja Kam (ENS Yaoundé, Cameroun)

Les travaux du groupe « Logique » de la CII Lycée (Irem de Brest, Grenoble, Marseille, Montpellier, Paris 7) ont été présentés ces dernières années dans différentes manifestations :
- des ateliers aux journées de l'APMEP (Metz 2012, Marseille 2013, Toulouse 2014)
- des communications aux séminaires ADIREM (2013), aux journées des CII (Bordeaux 2013, Clermont-Ferrand 2015), au colloque « La réforme des programmes du lycée, et alors ? » (Lyon 2013)
- dans des publications diverses (articles, brochures, actes de colloques).

Ces travaux se font en relation étroite avec des travaux de chercheurs en didactique (Thèses, HDR)

Les constats : Il n'y a pas de « savoir de référence » (écrit, officiel) pour l'enseignement de la logique et du raisonnement mathématique dans l'enseignement secondaire. Très peu de manuels scolaires en fournissent un, souvent très partiel, et les quelques éléments donnés ne sont pas très utilisables (mal définis voire même présentés de manière fausse). Alors que l'argumentation, les raisonnements et preuves en mathématiques doivent respecter des règles spécifiques : un énoncé, une conjecture, une hypothèse, une proposition, ont un statut et des écritures précises, contiennent souvent des variables et des quantificateurs.

Les questions et hypothèses qui sous-tendent nos travaux (et que se posent de nombreux enseignants) sont
– Jusqu'où la logique naturelle permet-elle de bien raisonner en mathématique ?
– Les contextes de la « vie courante » sont-ils adaptés pour construire les notions et règles du raisonnement mathématique ?
– L'enseignement du raisonnement et de la logique ne doit pas se faire en même temps que l'apprentissage d'une notion nouvelle.
– Il est nécessaire de définir les notions à la base du raisonnement, et le langage associé.
– Quels problèmes sont pertinents ?

Les objectifs de nos travaux :
Un de nos objectifs est de déterminer un « savoir de référence » pour l'enseignement de la logique au Secondaire, pour l'apprentissage et l'utilisation des notions de proposition, variable (muette ou parlante), des connecteurs : ET, OU, NON, □, □ , OU-exclusif, des quantificateurs « Pour tout », « Quel que soit », « Il existe … tel que » et bien sûr la compréhension du Vrai et du Faux en mathématique. À partir de propositions élémentaires, les connecteurs permettent de construire de nouvelles propositions. Tous sont utilisés dans les raisonnements dès le collège, trop souvent sans les désigner et sans les avoir « définis ». Et, au lycée, ils restent implicites, contextualisés (dans des chapitres).
Un autre objectif est de construire et étudier des problèmes spécifiques pour les enseignants.

Dans notre atelier nous avons analysé des exemples d'exercices et de problèmes permettant de travailler ces notions au collège, au lycée et ne début d'université. En particulier, la notion polysémique d'implication a été étudiée. C'est ce que nous détaillons spécifiquement dans la suite. Il s'agit donc de présenter les différentes formes de l'utilisation de l'implication et de faire ressortir quelques conséquences didactiques.

L'implication est une notion centrale en mathématique et particulièrement au cœur du raisonnement déductif. Le terme implication recouvre une multiplicité de notions :

le conditionnel qui est de la forme « si P, alors Q » et qui se formalise par $P \Rightarrow Q$, P et Q étant des propositions ;

le syllogisme, raisonnement logique qui, à partir de deux propositions (la majeure et la mineure), conduit à une conclusion ;

les règles d'inférence : le Modus Ponens, le Modus Tollens, la règle de transitivité d'antécédent à conséquent ... ;

les implications matérielle (entre deux propositions), ouverte (entre deux phrases ouvertes) et formelle (clôture universelle de l'implication ouverte).

Implication formelle et théorème universel
Les théorèmes universels s'expriment généralement sous la forme
$\forall x, P(x) \Rightarrow Q(x)$
Démontrer le théorème va consister à supposer, pour un élément générique a, que P(a) est vrai et en déduire la vérité de Q(a).
Démontrer la vérité de l'implication formelle $\forall x, P(x) \Rightarrow Q(x)$ revient à montrer que pour tout élément a de l'univers du discours, $P(a) \Rightarrow Q(a)$ est vraie.

Dans le premier cas, la vérité de P(a) n'est pas acquise, elle est posée. Dans le second cas, on connait les valeurs de vérité de P(a) et Q(a).
Dans le raisonnement par récurrence par exemple, on rencontre cette confusion dans la deuxième étape qui consiste à montrer que pour un générique n, $P(n) \Rightarrow Q(n)$ est vrai ; il y a mise en œuvre de l'implication au sens courant qui n'engage le locuteur que lorsque l'antécédent est vrai.

Deux traitements de l'implication

Dans la suite, nous présentons deux traitements de l'implication. Un questionnaire a été proposé à 68 étudiants camerounais de première année de la filière mathématique à l'École Normale Supérieure de Yaoundé en janvier 2012. Nous reprenons deux items de ce questionnaire.

Implication ouverte
Donner l'ensemble des entiers naturels inférieurs ou égaux à 20 qui vérifient la propriété (P) : « Si x est pair, alors son successeur est premier. »

(P) se formalise en $P(x) \Rightarrow Q(x)$, qui est une implication ouverte. Les éléments cherchés sont les éléments a tels que l'implication matérielle $P(a) \Rightarrow Q(a)$ soit vraie.
Les résultats à cet item montrent que 16% des étudiants ont mis en œuvre l'implication matérielle, ce qui a produit la réponse correcte, 48% ont utilisé l'implication courante, et ont ainsi proposé comme réponse l'ensemble des nombres pairs dont le successeur est premier. Enfin, nous avons obtenu 34% de réponses que nous n'avons pu catégoriser.

Cet exercice pourrait permettre travailler sur la vérité d'une implication, et de ce fait, de mettre en valeur l'usage des tables de vérité, de mettre en défaut la règle-en-acte qui consiste à traiter l'implication comme une conjonction ou une disjonction et enfin du point de vue langagier, préciser la distinction entre « si …, alors … » et « lorsque …, alors … ».

Implication et règles d'inférence
Dans ce qui suit, (u_n) désigne une suite définie par récurrence sous la forme « $u_{(n+1)}=f(u_n)$ », où f est une fonction continue sur R. On a alors le résultat suivant :
(P) « Si la suite (u_n) est convergente, alors sa limite est solution de l'équation $f(x)=x$ »
Que peut-on dire au sujet de la convergence de la suite (u_n) si :

L'équation « $f(x)=x$ » n'a pas de solution. (1)

L'équation « $f(x)=x$ » a au moins une solution. (2)

Que peut-on dire au sujet des solutions éventuelles de l'équation « $f(x)=x$ » si :

La suite (u_n) est convergente. (3)

La suite (u_n) n'est pas convergente. (4)

Avant la présentation des résultats de cet item, 10 minutes ont été données aux participants de l'atelier pour répondre aux questions.
Il faut noter que l'item (1) a été l'objet de beaucoup de discussions :

La justification de la réponse « la suite ne converge pas »

La construction de la contraposée de (P) que le phénomène d'anaphore rend complexe. L'énoncé de la contraposée dans le langage courant (problématique) et dans le langage formel montre que la question du changement de langage doit être travaillée en mathématiques.
Il apparait après les discussions que (P) est un énoncé assez complexe, tant pour les élèves que pour les enseignants, et que nous l'utilisons aisément dans des schémas identiques qui consistent à montrer qu'une suite converge et à déterminer sa limite.

Conclusion
L'utilisation de l'implication en classe de mathématiques se fait très souvent sous la première forme que nous avons énoncée. Elle est en relation très étroite avec la démonstration des théorèmes.

Il est important d'investir le champ conceptuel de l'implication, ce qui permettra une bonne acquisition du concept non seulement par les élèves, mais aussi par les enseignants.
En outre, le changement de langage en mathématiques doit être travaillé.

Atelier 2

Créativité en mathématiques

Christian Mercat, P. Lealdino Filho (IREM de Lyon) et Imane El Berrai (Maroc)

Cet atelier étudiait la créativité en mathématique, ses différentes dimensions, des moyens de la promouvoir en classe, les types de ressources pédagogiques et des exemples activités qui peuvent être mises en œuvre pour décentrer un peu l'enseignant et les élèves de leurs contrats routiniers qui, pour des raisons d'efficacité et d'habitude, brident la créativité des élèves en classe.

C'est en effet une évidence que la pratique de la mathématique en classe est la plupart du temps très différente de celle du mathématicien professionnel. Ce dernier doit faire preuve de créativité pour progresser tandis qu'on demande le plus souvent aux premiers de se tenir tranquilles et d'appliquer des règles qui n'ont pas de sens pour eux.

S'il est des domaines des mathématiques dont la construction du sens nécessite la pratique de règles, et que l'absence de pratique empêche souvent l'accès à la réflexion sur les concepts en jeu, il peut être bon de chercher des exemples où le mode de relation aux concepts ne s'appuie pas exclusivement sur la manipulation symbolique textuelle. La modélisation d'œuvres d'art du mouvement Op'Art (Julio Le Parc, Bridget Riley, Victor Vasarely…) est proposée pour illustrer ce propos: Analyser une œuvre « algorithmique » permet d'entrevoir l'espace dans lequel cette œuvre prend place, d'imaginer d'autres œuvres possibles sur des modalités voisines. L'étude historique des productions de ce mouvement artistique permet de comprendre une certaine forme de créativité comme l'exploration minutieuse de variantes autour de quelques thèmes comme la couleur, la répétition, les symétries, les illusions d'optique et les graphes de fonctions. Décortiquer une œuvre ne devient un processus créatif que quand cela permet à l'élève de proposer des modulations et pourquoi pas de les programmer à l'aide d'un logiciel adéquat. La modélisation, quand elle aboutit à une production par un logiciel, proche de l'original, ferme la boucle de l'analyse

puis de la synthèse. Les choix effectués lors de la programmation font apparaitre diverses directions de modification de l'œuvre qui prend place comme un point précis dans un univers de possibles.

Pour ne pas brider la créativité des élèves, il est utile d'en identifier les différentes dimensions. Aussi nous avons présenté la modélisation du processus créatif sous la forme d'un « diamant de la créativité », alternant une phase divergente et une phase convergente, aboutissant à la résolution d'un problème. La transition entre les deux phases est le moment crucial de l'illumination, et ce seul moment est souvent mépris pour la signature de la créativité, le Eurêka d'Archimède, mais, pour que ce moment soit plus qu'un rêve éveillé, il doit être accompagné d'autres moments, la préparation, l'incubation, l'illumination proprement dite, la traduction et la vérification.

Tout d'abord la période de préparation permet de comprendre les données de la situation, de rassembler les outils à notre disposition jusqu'à aboutir à une position du problème et l'identification d'un nœud problématique qui résiste ; on ne voit pas comment progresser. Alors on sèche. C'est une étape importante d'un processus créatif et il est bon de tranquilliser les élèves sur ce point et de les habituer à chercher des solutions à des problèmes dont ils n'ont pas immédiatement la solution, par exemple en acceptant soi-même, enseignant, de poser des questions auxquelles nous n'avons pas la solution. C'est un risque à prendre mais qui humanise les mathématiques.

Quand on ne comprend pas en math, c'est normal, tout va bien! Ne pas comprendre est une étape presque obligée dans un travail vraiment créatif. Mais si on ne comprend pas tout, on ne comprend pas non plus rien du tout, on comprend par exemple quelques règles à appliquer, sans savoir vraiment où ça va nous mener, on fait des essais, on accumule des faits, on explore à tâtons… Faire partager cette posture d'explorateur des idées est une étape essentielle de l'apprentissage de ce que faire des mathématiques signifie.

Quand on sèche trop longtemps, on fait une pause. Un travail souvent inconscient nous permet parfois d'entrevoir quelque chose dans la brume. C'est la période d'incubation.

Si on est chanceux et suffisamment outillé, si on a rassemblé suffisamment de matériau sur lequel s'appuyer, on peut connaitre la félicité de l'illumination, une lumière s'allume, de l'obscurité jaillit la lumière, on voit comment faire. C'est l'illumination.

Viennent alors deux périodes moins glorieuses, que la plupart des gens méprennent pour l'unique travail du mathématicien, c'est la traduction en termes mathématiques de cette idée et sa vérification. C'est souvent sur cette dernière période que porte le travail en classe. La mathématique a cela de spécifique qu'elle s'appuie sur un langage formel qui laisse assez peu de place à la subjectivité, une preuve qui suit ses règles fait foi pour tous les mathématiciens et on peut ensuite s'appuyer sur ses conclusions sans les remettre en question à chaque fois.

Quand la vérification aboutit et qu'elle était difficile, elle procure chez un mathématicien un intense sentiment de satisfaction qui ajoute à la motivation. Quand le problème fait sens pour l'élève, une telle motivation intrinsèque peut aussi exister.

Mais toutes ces étapes nécessitent aussi de petits moments de créativité, par exemple prendre un exemple, nommer une quantité, décider de faire un calcul, sont des instances de créativité « minuscule » comparativement à la Créativité majuscule de la grande idée révolutionnaire, mais prêter attention à ces petits moments, qu'un chercheur chevronné naturalise, est important pour l'enseignant.

Pour que ça puisse fonctionner en classe, il faut de la motivation, en amont et en aval, et la résolution d'un problème, aussi créative soit-elle, n'aboutira à un apprentissage effectif que si elle est accompagnée d'une attitude réflexive sur l'activité, qu'a-t-on fait, quels autres problèmes cette méthode permet-elle de résoudre?

Dans ce processus de créativité, les productions peuvent être analysés suivant quatre dimensions principales, identifiées par Guilford : la fluidité (trouver beaucoup de solutions différentes), la flexibilité (trouver des réponses diverses et variées), l'élaboration (approfondir les détails des réponses) et l'originalité (fournir des réponses inusitées, peu courantes).

En raison de l'impact de la notion d'éducation orienté vers les examens, les étudiants apprennent à accepter, il n'y a pas de liberté, il n'y a pas d'imagination, aucune hypothèse audacieuse, ceci a sérieusement entravé le développement de la créativité des élèves. Donc, nous voulons développer du matériel pédagogique à la forme tridimensionnelle visant le développement du potentiel créatif des étudiants ; le contenu du programme ne doit pas être considéré comme suspect, inchangé, solide. L'éducation peut en effet augmenter les compétences et la créativité qui est souvent associée à l'innovation, que ce soit à l'échelle du système, de l'établissement éducatif ou de l'individu. Ainsi nous avons proposé une présentation sous le thème **Enseignement orienté vers la pensée créative en mathématiques** qui vise à répondre aux questions suivantes :

Qu'est-ce qui est difficile pour les élèves lorsqu'on leur demande d'être créatifs ?

Quel lien existe-t-il entre *créativité* et *résolution de problèmes* ?

Comment développer la pensée créatrice à travers l'enseignement des mathématiques ?

Ainsi nous avons proposé quelques idées ; nous en citons quelques-unes :

1. Ne pas choisir un sujet mathématique pour en chercher ensuite des applications dans la vie courante ; d'abord il faut identifier le problème et ensuite sélectionner les instruments mathématiques qui permettront de le résoudre, ce qui favorise un développement des attitudes positives à l'égard des mathématiques et de leurs applications chez les élèves. Cela permet de former des citoyens à trouver des réponses nouvelles et adaptées aux problèmes rencontrés. Etre capable de trouver des solutions innovantes offre la possibilité de résoudre des problèmes de société mais également des problèmes du quotidien.

2. Donner des exemples d'applications des mathématiques dans la vie courante :
    - Utiliser des mathématiques dans des contextes à caractère économique (les taux d'intérêt, ...)
    - Se familiariser avec la notion de phénomènes aléatoires, développer l'esprit critique par rapport aux jeux de hasard.

- Utiliser des images, des photos, des objets usuels, des éléments de décoration, ... pour raisonner et construire.

3. Ne pas imposer aux élèves les longs et fastidieux exercices de multiplication, de division ou de fraction, ou encore des calculs de prix compliqués ; l'important est de savoir quelle est l'opération à effectuer dans une situation donnée, et de pouvoir en estimer approximativement le résultat.

L'école doit être une organisation apprenante ; il faut passer d'une école immobile à une adaptabilité des modèles éducatifs : l'école n'a plus le monopole des savoirs, il faut ouvrir des espaces de liberté, favoriser les échanges, la réflexion personnelle, la créativité ; enseignant et apprenant doivent prendre des risques, apprendre à créer, à échanger…

Espérons que connaître le processus créatif permettra de mieux le comprendre, de l'identifier et de le valoriser chez nos élèves.

Atelier 3

Relations mathématiques-chimie

L'enseignement du logarithme au Collège et au Lycée au Congo-Brazzaville : la relation mathématique – chimie en question

Fernand MALONGA MOUNGABIO*

Résumé

Nous présentons ici quelques éléments d'un travail didactique portant sur la relation mathématiques - chimie pour ce qui concerne le logarithme au niveau des classes de troisième (collège) et terminale scientifique (lycée). Ces éléments concernent ici l'analyse des programmes et manuels scolaires de mathématiques (2009) et de chimie (éditions 2002). Dans les programmes de mathématiques de collège, une place est accordée au logarithme (mode d'introduction et de traitement) sans que le lien avec la chimie soit explicitement évoqué. Cette analyse montre que la continuité didactique que l'on est en droit d'attendre au regard du programme et des intentions dudit programme se heurte à de nombreux obstacles.

Mots-clefs : mathématiques, chimie, enseignement, interdisciplinarité

Contexte et problématique

La volonté d'une mise en relation forte des disciplines scientifiques dans les programmes scolaires de collège et de lycée au Congo, en particulier celle entre mathématiques et sciences physiques, a conduit à des choix de thèmes devant concrétiser cette connexion interdisciplinaire. Concernant la relation mathématiques – chimie, il s'agit de l'introduction du logarithme dès le collège en mathématiques ; ceci est en relation avec le calcul du pH en chimie, au collège et au lycée.

rcice est repris de Durand-Guerrier (2005, p.47).

L'enseignement des mathématiques se trouve donc face à un double défi :

- Celui d'un changement radical par rapport aux anciens programmes qui n'introduisaient le logarithme en tant que « fonction » qu'en classe de terminale scientifique (lycée). Dans les programmes actuels, le logarithme est introduit comme un nombre dès le collège (classe de 4e). Son traitement comme « fonction » se fait plus tard au lycée.
- Celui du lien avec l'enseignement de la chimie qui utilise le calcul du pH pour définir si un milieu est acide ou basique. Pourtant, l'enseignement de la chimie dans tout le cycle secondaire n'a pas explicitement à son programme l'application de ces objets mathématiques à l'étude de questions extra-mathématiques. Au collège, le lien avec le logarithme n'est pas immédiatement fait. C'est dans le programme de terminale que le pH est défini comme l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions hydronium. Le défi est donc du côté du mathématicien qui doit contribuer à faire le lien avec la chimie pour assurer de bons exemples adaptés à un certain nombre de situations en chimie.

Cependant, la concrétisation d'un tel projet, tant dans l'élaboration des manuels scolaires que dans les pratiques des enseignants, ne peut se faire sans difficultés et conduit à se poser un certain nombre de questions.

Sur l'articulation entre les disciplines :

- Quelle est la place de l'enseignement des mathématiques dans le cours de chimie, et inversement ?
- Comment la relation mathématiques – chimie est-elle mise en œuvre dans les manuels de chacune des deux disciplines ?

Sur la cohérence interne aux mathématiques :

- Existe-t-il un passage du statut *nombre* au statut *fonction* ? Si oui, comment ce passage est-il pris en charge par les programmes et les manuels ? Les connaissances du collège réapparaissent-elles au lycée ?
- Les auteurs des programmes et des manuels de collège peuvent-ils aisément éviter d'utiliser la notion de fonction ?

Nous nous intéressons ici à la manière dont cette approche interdisciplinaire apparaît (ou non) dans les manuels scolaires de mathématiques et de chimie, considérés comme premiers éléments du curriculum réel, au sens de Perrenoud (1993).

Nous présentons dans la partie suivante notre cadre théorique, constitué essentiellement de la notion de praxéologie issue de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard 1999). Nous présentons ensuite, à partir de quelques exemples, une analyse des manuels montrant la place, mais aussi les limites, de la continuité didactique entre les mathématiques et la chimie.

Praxéologie ou organisation mathématique

Dans sa théorie anthropologique du didactique, Chevallard (1999) considère que l'analyse de l'activité humaine conduit à dégager des entités minimales, les praxéologies, qu'il désigne par l'organisation (ou la formule) $[T/\tau/\theta/\Theta]$ où T représente un type de tâches, τ une technique (manière d'accomplir les tâches du type T), θ une technologie (discours qui justifie et rend intelligible la technique τ) et Θ une théorie (qui justifie et éclaire la technologie θ).

Le bloc $[T/\tau]$ y représente la *praxis* (ce qu'il y a à faire et comment le faire), ou la pratique (si l'on regarde plutôt du côté de T), ou le savoir-faire (si l'on regarde plutôt du côté de τ), tandis que $[\theta/\Theta]$ y figure le *logos* (comment penser le faire et comment penser cette pensée du faire), qu'on nomme encore le savoir (si l'on regarde plutôt du côté de θ) ou la théorie (si l'on regarde plutôt du côté de Θ), ces quasi-synonymies concrétisant une partie du problème traité ici.

En nous appuyant sur ce cadre théorique (praxéologie), nous précisons notre questionnement :

- Quelle articulation entre le champ de référence (chimie) et le champ de traitement (mathématique) ? Quelle place pour les tâches de transition ?
- Le logarithme est-il simplement un objet des mathématiques et un outil pour la chimie, ou bien la praxéologie se joue-t-elle de façon subtile entre les deux disciplines ?
- Y a-t-il continuité didactique dans les concepts, méthodes et représentations entre les mathématiques et la chimie ?

Avant l'analyse des manuels, nous présentons très vite quelques éléments de la relation entre les mathématiques et la chimie dans le savoir savant.

Les mathématiques et la chimie dans le savoir savant

L'histoire des mathématiques est caractérisée par des phases d'expansion et des phases de consolidation. Dans les phases d'expansion, les mathématiques élargissent le périmètre de leur science en s'attaquant à des problèmes et en élaborant des concepts d'un type nouveau. Cette expansion est souvent irriguée par une problématique issue des relations avec les autres disciplines scientifiques.

L'histoire montre en effet comment les champs scientifiques que sont aujourd'hui les mathématiques et les sciences physiques et chimiques ont fait évoluer la science en se prêtant à un jeu d'échanges dialectiques. Les mathématiques sont considérées comme un *pourvoyeur d'outils* nécessaires (ou bien *outil* nécesaire) à la compréhension et donc au développement des autres sciences.

On peut citer le cas, en chimie, de la modélisation moléculaire qui désigne l'ensemble des méthodes de simulation numérique des propriétés de la matière, fondées sur une description atomistique de cette dernière. Dans cette acception, on englobe aussi bien les calculs quantiques *ab initio* que les représentations simplifiées de la mécanique moléculaire, en passant par la physique statistique numérique. C'est ainsi que la chimie quantique tourne autour de la résolution de l'équation de Schrödinger des systèmes polyélectroniques complexes, qui réclament de puissantes et efficaces méthodes d'approximation.

La cristallographie est un autre domaine de la chimie qui s'appuie fortement sur les mathématiques. En effet, selon Defranceschi M. et al. (2005)

> ce domaine [la cristallographie] est une illustration naturelle et concrète de la théorie des groupes de permutation. L'existence des phases incommensurables et des quasi-cristaux a fait resurgir quelques aspects fondamentaux, parmi lesquels les notions d'invariance et de symétrie (géométrique), dans des perspectives très proches de l'esprit galoisien d'origine ». (Defranceschi M. & al. 2005, p. 69)

L'ordre géométrique le plus simple est celui des cristaux où les atomes se répètent par la copie à l'identique d'un motif atomique de façon triplement périodique. Les outils mathématiques de l'ordre cristallin sont ainsi un groupe abélien de translations qu'on compose avec des rotations et inversions qui constituent la symétrie d'orientation du cristal. Selon Defranceschi M. et al. (op. cit.), les avancées les plus récentes dans le domaine de la cristallographie concernent :

> - l'extension aux groupes spatiaux à quatre dimensions utilisés pour décrire les structures magnétiques ;
>
> - l'introduction, dans cette communauté, des termes d'orbite, petit groupe, centralisateur, normalisateur, etc., provenant de la théorie d'action de groupe. (Defranceschi M. & al. 2005, p. 81)

Sur le plan conceptuel, la notion d'ordre dans les solides, forgée sur l'image du cristal, a reposé sur la périodicité de la fonction d'autocorrélation du solide dont le support de la transformée de Fourier est un ensemble des points discrets.

En définitive, les mathématiques sont présentes dans la chimie et cela n'a cessé de se renforcer. Les théories en sciences chimiques s'imprègnent de plus en plus des connaissances mathématiques. Ceci montre bien que les relations entre les deux disciplines occupent une place privilégiée dans le savoir savant. Qu'en est–il dans le savoir enseigné ?

Les mathématiques et la chimie dans le savoir enseigné

Depuis plusieurs années, la littérature sur les relations entre les mathématiques et la physique dans l'enseignement secondaire et universitaire se multiplie. Diverses réflexions sont menées aussi bien en mathématiques qu'en physique; elles sont de nature épistémologique et/ou didactique (Malonga Moungabio F. et al., 2008, Malonga Moungabio F., 2009, Malonga Moungabio et al. 2010, Munier et *al*. 2007, Bâ-cissé 2007, Mizony 2006, Rodriguez, 2007, Rogalski 2006, Malafosse 1999, ...)

Cependant, si les relations entre les mathématiques et la chimie occupent une place privilégiée dans le savoir savant (comme nous l'avons indiqué plus haut), il existe très peu d'études sur la relation entre l'enseignement des mathématiques et celui de la chimie.

Dans ce qui suit, nous présentons une analyse praxéologique de la relation entre ces deux disciplines autour de l'enseignement de la notion de logarithme décimal au Congo-Brazzaville.

1) Analyse des programmes et des manuels de mathématiques

Que disent les programmes de collège ?

Les nouveaux programmes, publiés en 2002 sous l'égide de l'Institut National de Recherche et d'Action Pédagogiques (INRAP), sont structurés en termes d'objectifs généraux « OG » (comportement final de l'élève attendu dans un domaine d'apprentissage) et d'objectifs spécifiques « OS » (niveau de réalisation d'un objectif général). Ces objectifs peuvent être assimilés à la notion de « type de tâches » au sens de Chevallard.

L'objectif général n°1, donné par la tâche « Connaître les nombres », présente les modalités de l'étude du logarithme.

C'est dans les programmes de la classe de 4e au Collège (14 ans) que se fait la première rencontre de la notion de logarithme en base dix : il est étudié comme étant un *nouveau nombre* à identifier.

> Il s'agit pour l'élève de reconnaître que (…) les logarithmes sont des nombres définis à partir des puissances : on a $a > 0$, $a = 10^n$, alors $\log(a) = n$. (Guide pédagogique[3], p. 36)

La principale tâche de l'élève est de reconnaître que *n* est le logarithme en base 10 du nombre *a*.

Cette étude se poursuit en classe de 3e (15 ans) avec pour objectif général, d'effectuer des calculs sur le logarithme en base dix. Le guide pédagogique précise :

Le guide pédagogique est un document (officiel) d'accompagnement des programmes.

> Outre les nombres identifiés en classe antérieure, il est question ici d'insister sur les logarithmes en base dix, leurs caractéristique et mantisse puis d'aborder les nombres irrationnels. (Guide pédagogique, p. 46)

Ce commentaire laisse entendre que les logarithmes ne sont pas reconnus comme des irrationnels : les seuls irrationnels considérés à ce niveau sont les nombres qui s'écrivent avec le symbole $\sqrt{\ }$

Les types de tâche attendus ici se rapportent à une identification du logarithme et à la détermination de la caractéristique et de la mantisse. La technique n'est pas explicitée. On peut supposer qu'elle se rapporte à la manipulation des puissances de 10 : elle est donc censée être disponible et accessible à l'élève.

Les programmes de collège ne mentionnent aucun lien avec la chimie.

Que disent les programmes de lycée ?

La notion de logarithme n'est pas traitée dans les classes de seconde et première. Elle apparaît dans les programmes de terminale dans la rubrique « objectif général 3 : Réaliser des activités sur les fonctions et les suites numériques ».

Dans ce programme, la fonction logarithme, ainsi que les fonctions exponentielle et puissance, sont traitées comme des fonctions particulières. Le programme n'indique pas le caractère particulier de ces fonctions.

La fonction logarithme fait l'objet d'une étude globale et locale à l'instar des fonctions numériques étudiées auparavant.

Aucun lien avec l'enseignement de la chimie n'est mentionné dans ce programme.

Que disent les manuels de mathématiques du collège?

Pour chaque niveau du collège, un seul manuel de référence, édité chez Nathan, est indiqué dans les programmes. Cependant le manuel de 4e ne couvre pas tout le programme : le logarithme n'y apparaît pas, mais il est traité dans le manuel de 3e.

La notion de logarithme est introduite par une activité de lecture et d'utilisation d'un tableau de 20 valeurs de x et de 10^x sans préciser que les valeurs de 10^x sont des valeurs approchées.

Dans la suite, un résumé précise que :

> « … Pour x strictement positif, y = log x équivaut donc à écrire x = 10 ^{y}». (Manuel Nathan 3e, p. 83)

On remarque le changement de position de x et de y dans cette proposition au regard de l'activité mentionnée (qui présente des valeurs de x et de 10^x). Nous faisons l'hypothèse que ce changement de position est à mettre en relation avec la notion de fonction déjà abordée dans les pages précédentes du manuel.

Organisation praxéologique

L'essentiel de travail de l'élève dans ce chapitre est de nature purement calculatoire. Nous avons identifié trois types de tâches que nous appelons (T1), (T2) et (T3).

Pour chaque type de tâche, une technique donnée sous forme de propriété, est proposée par l'auteur du manuel et accessible à l'élève.

Type de tâches (T1)	*Techniques associées* (τ)
(T1) : calculer le logarithme d'un produit	$\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$
(T2) : calculer le logarithme d'un quotient	$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$, où a et b sont réels strictement positifs
(T3) : calculer le logarithme d'une puissance	$\log(a^n) = n\log(a)$, a est un réel strictement positif

Tableau 1 : Types de tâches identifiés dans le manuel Nathan 3e

Pour chaque technique, aucune technologie n'est présentée.

De plus, nous avons identifié deux autres types de tâches associés au calcul du logarithme. Il s'agit des types de tâches

(T4) : Calculer la caractéristique du logarithme d'un nombre.

(T5) : Calculer la mantisse du logarithme d'un nombre.

Les techniques sont disponibles :

<u>Pour la tâche (T4)</u>

Les auteurs du manuel expliquent que, si x est un réel strictement positif, on appelle *caractéristique* du logarithme décimal de x la partie entière de ce logarithme. Elle se détermine en examinant l'écriture décimale de x :

- Si $x \geq 1$, alors la caractéristique de $\log(x)$ est n - 1, où n est le nombre de chiffres avant la virgule de x.
- Si $0 < x < 1$, elle vaut $-p$, où p est la place [4]- à partir de la virgule - du premier chiffre non nul.

Par exemple, la caractéristique de log(898,12) est 2, celle de log(3,14) est 0, celle de log(0,0071) est -3.

<u>Pour la tâche (T5)</u>

La mantisse du logarithme décimal de x désigne la différence entre le logarithme de ce nombre x et la partie entière de ce logarithme, c'est-à-dire sa partie fractionnaire. La mantisse est le réel $\log(x)$ - c, où c est la caractéristique de $\log(x)$.

La mantisse est toujours comprise entre 0 et 1 (et différente de 1).

[4] Il s'agit du rang (position) de la première décimale non nulle

L'activité sur le calcul de la mantisse et de la caractéristique du logarithme décimal d'un nombre peut être considérée comme un réinvestissement des connaissances sur les puissances et l'écriture scientifique d'un nombre. En effet, l'écriture scientifique d'un nombre x est donnée sous la forme de $x = a \times 10^n$ où a est un nombre décimal compris entre 1 et 10 (exclu) et n un entier relatif.

$$\log(a \times 10^n) = n + \log(a)$$

Puisque la fonction log est croissante, pour tout réel a compris entre 1 et 10 (exclu), log(a) est compris entre 0 et 1. L'entier relatif n est donc la partie entière de log(x) et log(a) la partie décimale à ajouter à n pour obtenir log(x).

La partie entière de log(x) est bien la **caractéristique** du log.

La partie décimale à rajouter à la partie entière est la **mantisse**.

Que disent les manuels de mathématiques du lycée ?

Les programmes de terminale scientifique (C & D) se réfèrent à quatre manuels. Il s'agit du manuel de la Collection Inter Africaine de Mathématiques (CIAM) édité chez EDICEF et de trois autres manuels français : Collection TERRACHER (édité chez HACHETTE), Collection DIMATHEME (édité chez DIDIER), Collection FRACTALE (édité chez BORDAS).

Pour ce qui concerne l'introduction du logarithme, c'est le manuel CIAM qui présente un contenu proche de celui des programmes de terminale congolais. Il étudie le logarithme avant l'exponentielle contrairement aux trois manuels français cités plus haut.

Le logarithme est introduit comme fonction.

Conformément aux programmes, l'étude commence par l'introduction du logarithme népérien. Le logarithme de base quelconque est introduit plus tard.

On retrouve les trois premières propriétés (techniques) que nous avons identifiées dans le manuel de collège (voir tableau 1).

Organisation praxéologique

L'introduction de la fonction logarithme se fait sans nécessairement faire le lien avec les acquis du collège.

De plus, aucun lien avec l'enseignement de la chimie n'est mentionné.

Au lycée le logarithme, qui n'apparaît ni dans les programmes de 2e, ni dans ceux de 1ère, est étudié en classe de terminale scientifique (séries C & D) comme *fonction*. Les programmes préconisent l'étude du logarithme népérien avant le logarithme en base quelconque.

Le passage du concept de *nombre* au concept de *fonction* et le changement de notation peuvent ainsi donner lieu, chez l'élève, à la conception de deux objets mathématiques différents.

2) Analyse des programmes et des manuels de chimie

Que disent les programmes de collège : classe de troisième

Au collège, dans le programme de chimie de la classe de troisième, le pH est étudié dans la partie qui traite l'objectif général 3 :

OBJECTIF GÉNÉRAL 3 :

CARACTÉRISER LES SOLUTIONS AQUEUSES ACIDES ET BASIQUES.

Objectifs spécifiques	Commentaire	Stratégies d'enseignement	Activités d'apprentissage	Mode d'évaluation
3.2 Déterminer l'acidité et la basicité des solutions.	Le professeur apprendra aux élèves comment déterminer le pH des solutions, en utilisant toutes les méthodes de mesure du pH : le papier pH, le papier tournesol, les indicateurs colorés et le pH-mètre.	- Montrer aux élèves comment utiliser le papier pH, le papier tournesol, les indicateurs colorés et le pH-mètre. - Demander aux élèves de mesurer le pH de quelques solutions acides et basiques.	Les élèves suivent attentivement Les élèves mesurent le pH de quelques solutions acides et basiques.	Evaluation pratique et écrite

Encadré 1 : Extrait du guide pédagogique des sciences physiques (2010), classe 3e, p. 75

Ce guide pédagogique indique que l'évaluation portera beaucoup plus sur la détermination pratique et théorique du pH et du titre des solutions acides et basiques.

Nous remarquons que le calcul de pH ne fait pas intervenir le logarithme, bien que cette notion ait déjà été abordé en mathématiques au collège dès la classe de 4e.

Que disent les Programmes de lycée ?

Classe de seconde

Le programme de seconde se trouve dans le prolongement de celui de la troisième. Le pH est traité dans l'objectif général 3.

OBJECTIF GENERAL 3 :

Caractériser les acides, les bases et les sels ainsi que leurs solutions (17 heures)

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	CONTENUS NOTIONNELS
3.3. Déterminer le pH d'une solution.	pH = - log [H_3O^+] mesure de pH Papier pH, pH-mètre pH d'une solution acide pH d'une solution basique

Tableau 2 : Extrait du programme de seconde (2002), p. 72

La détermination du pH d'une solution aqueuse se fait soit en utilisant le papier pH ou le pH-mètre, soit en appliquant la formule pH = - log [H_3O^+]. Aucune indication particulière n'est donnée quant à l'utilisation de cette formule ou du lien avec le cours de mathématiques.

On peut remarquer que le programme de seconde est moins explicite que celui de la classe de troisième présenté plus haut. Aucun document officiel, servant de guide pédagogique, n'accompagne ce programme.

Classe de première

La notion de pH n'est pas abordée en première.

Classe de terminale C

Le programme des classes de terminale scientifique a été conçu à l'instar des programmes des niveaux inférieurs : il a été écrit par objectifs et est censé tenir compte de la progression de l'ensemble des autres disciplines scientifiques.

Dans ce programme, le lien avec l'enseignement des mathématiques n'est pas immédiat. Cependant, ce programme se propose de :

> Créer progressivement chez l'élève une attitude scientifique, ce qui lui permettra de développer des aptitudes à :
>
> - la démarche scientifique,
> - la transmission de cette démarche scientifique,
> - la maîtrise des moyens et langues de communication,
> - la maîtrise du langage mathématique (interpréter des graphiques, savoir schématiser)
>
> (Extrait du Programme de sciences physiques 2002, p. 75)

Comme le témoigne ce commentaire, la relation de l'enseignement de la chimie avec les mathématiques est à peine évoquée. Il nous apparaît important d'examiner la manière dont le langage mathématique apparaît dans les manuels de chimie qui sont conformes au programme scolaire.

L'objectif général 3 consister à « Réaliser l'étude des solutions aqueuses des acides et des bases ».

> OBJECTIF GENERAL 3 : Réaliser l'étude des solutions aqueuses des acides et des bases. (12 heures)

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	CONTENUS NOTIONNELS
3.3 Etablir l'échelle de pH 3.4 Déterminer le pH desolutions aqueuses.	Etablissement de l'échelle de pH - Définition du pH - pH de l'eau pure - échelle de pH - pH des solutions acides - pH des solutions basiques - Définition du pOH - Relation entre le pH et pOH Détermination du pH des solutions - Cas des acides et des bases faibles ● Ka et pKa des acides faibles, Kb et pKb des bases faibles. ● Méthode de résolution de problèmes d'équilibre relatifs à un acide faible ou une base faible. * description des différentes étapes * coefficient de dissociation * relation entre pH et pKa ; pH et pKb pH = pKa + log [Base] / [Acide]

Tableau 3 : Extrait du programme de chimie, classe de terminale C (2002), p. 54

Il est attendu que les enseignants conduisent les élèves à dégager l'influence des propriétés électriques de l'eau sur la solubilité des composés ioniques et de décrire l'équilibre d'autoprotolyse de l'eau. Dans les contenus notionnels, le programme prévoit de définir le pH, sans en proposer une.

Relativement à notre étude, nous avons identifié un type de tâche, relatif à l'objectif spécifique (3.4) : « Déterminer le pH des solutions aqueuses ».

Pour ce qui concerne le cas des acides et des bases faibles, le programme préconise le calcul de Ka et du pKa. On propose une méthode de résolution de problèmes d'équilibre relatifs à un acide faible ou une base faible en respectant les étapes suivantes : description des différentes étapes – détermination du coefficient de dissociation – établir la relation entre pH et pKa à savoir :

$$\mathrm{pH} = \mathrm{pKa} + \log \frac{[Base]}{[Acide]}$$

Le programme ne donne aucune indication sur la manière d'obtenir cette formule.

Analyse des Manuels de chimie

Conformément aux programmes de collège et de lycée de chimie, le lien entre le pH et le logarithme n'apparaît que dans les manuels de terminale. Nous analysons le principal manuel conforme au programme de terminale C. Il s'agit du manuel édité à l'INRAP en 2009.

Dans ce manuel (INRAP, 2009), les chapitres sont organisés (comme dans les programmes scolaires) en objectifs généraux et spécifiques. La notion du pH est étudiée dans l'objectif général n°6 « Réaliser l'étude des solutions aqueuses des acides et des bases ». Une définition du pH y est proposée :

> IV – Etablissement de l'échelle de pH « pouvoir hydrogène »
>
> 1 – Définition du pH
>
> Le pH d'une solution une grandeur sans unité, égale à l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ions hydronium.
>
> *Soit* pH = - Log $[H_3O^+]$ d'où $[H_3O^+] = 10^{-pH}$
>
> (Extrait du manuel INRAP 2009, p. 69)

Le Ka et le pKa sont définis dans le cas des acides et des bases faibles. A partir de l'équation-bilan de la réaction de l'acide AH avec l'eau, à savoir

$$AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

où AH est un acide et A^- sa base conjuguée, on a : $\mathrm{Ka} = \log\frac{[A^-]\times[H_3O^+]}{[AH]}$

La relation en le pH et le pKa est établie par analogie :

> Par analogie à la définition du pH, nous définissons également le pKa tel que
> pKa = -logKa et $\mathrm{Ka} = 10^{-pKa}$
>
> Comme $\mathrm{Ka} = \log\frac{[A^-]\times[H_3O^+]}{[AH]}$
>
> Soit $\log \mathrm{Ka} = \log[H_3O^+] + \log\frac{[A^-]}{[AH]}$
>
> D'où $-\log \mathrm{Ka} = -\log[H_3O^+] - \log\frac{[A^-]}{[AH]}$
>
> alors $\mathrm{pKa} = \mathrm{pH} - \log\frac{[A^-]}{[AH]}$
>
> ou $\mathrm{pH} = \mathrm{pKa} + \log\frac{[A^-]}{[AH]}$
>
> (Extrait de manuel INRAP 2009, p. 76)

Par analogie, on définit la constante de basicité du couple Acide/base associée par la relation :

$$\mathrm{Kb} = \frac{[Acide]\times[OH^-]}{[Base]}.$$

Ensuite, on établit la relation entre le pKb et le pOH par $\mathrm{pOH} = \mathrm{pKb} + \log\frac{[Base]}{[Acide]}$

La relation entre le pH et le pKa (ou entre le pKb et le pOH) est obtenue à partir de la formule de Ka et de l'une des propriétés algébriques du logarithme étudiée en mathématiques, à savoir :

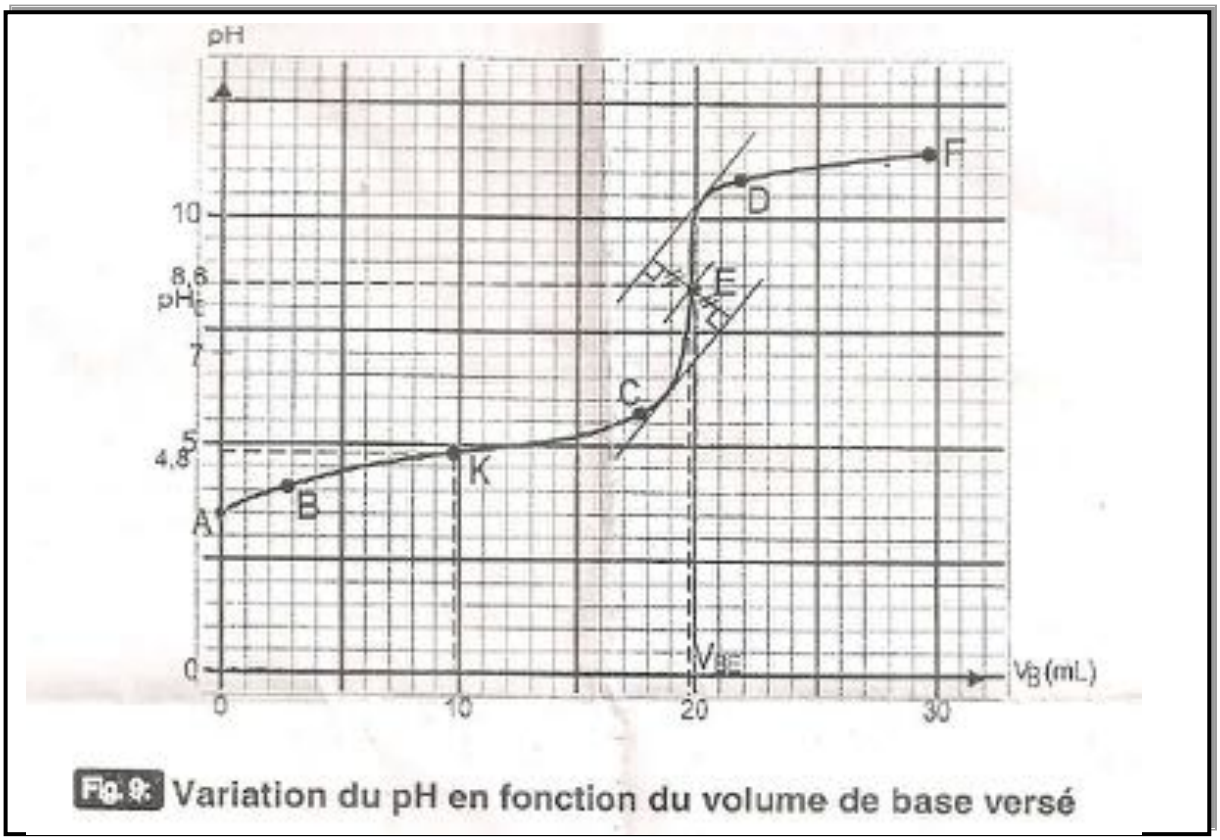
$$\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$$

Malgré l'emploi des propriétés du logarithme, aucune référence aux programmes de mathématiques n'est faite dans ce manuel.

3) Rôle des graphiques dans les relations acido-basiques.

L'étude du dosage acido-basique s'appuie sur une représentation graphique des données expérimentales.

Examinons le cas du dosage de l'acide éthanoïque (acide faible), par l'hydroxyde de sodium (base forte), l'allure de la courbe du pH en fonction du volume de la base est la suivante.



Encadré 2 : Extrait du manuel INRAP (2009) p. 86

La courbe 1 présente quatre parties :

- la partie AB où le pH augmente rapidement,
- la partie BC où le pH augmente faiblement,
- la partie CD où on observe un « saut de pH »,
- la partie DF où le pH croît peu et tend vers une valeur limite.

Cette courbe est obtenue à partir des données expérimentales, pourtant elle n'a pas l'air d'une courbe expérimentale car elle est bien lissée et on y trace aussi des tangentes. Elle est vue *a priori*, non pas comme la représentation d'une fonction mathématique, mais comme la représentation d'un phénomène chimique : ici, l'évolution du pH en fonction du volume de la base.

Les manuels en vigueur dans les classes de terminale ne proposent pas la recherche d'une telle fonction. Une activité développée autour de la recherche devrait permettre non seulement de montrer la force des mathématiques pour modéliser certains phénomènes mais de mieux comprendre les différents moments du dosage acide/base.

Au cours de nos différents échanges avec les enseignants de chimie au lycée, l'expression d'une telle fonction n'est pas connue des enseignants. Cela apparaît peu intéressant car ils arrivent à expliquer le phénomène à partir de la théorie chimique, comme le précise un enseignant :

> «la courbe (voir Encadré 2) permet de conclure que l'acide est consommé au fur et à mesure qu'on rajoute la base. La solution devient basique à partir du point d'équivalence ».

D'après ce discours, on peut relever trois phases :

- une première phase où l'acide n'est pas entièrement consommé, ce qui correspond à la portion AE de la courbe
- une deuxième phase où il y a autant d'ions HO^- que d'ions H_3O^+. C'est le point d'équivalence qui correspond sur la courbe au point E.
- une troisième phase où l'acide est entièrement consommé, ce qui correspond à la portion ED de la courbe.

Nous nous sommes alors intéressés à la nature de la fonction mathématique permettant de modéliser ce phénomène chimique.

Nous nous appuyons sur un exemple pour illustrer notre propos. On considère le dosage de l'acide chlorhydrique de concentration C_0 égale à 0,1 mol.mL^{-1}, de volume V_0 égal à 100 mL, par l'hydroxyde de sodium (soude) de concentration C_b égale à 0.5 mol.mL^{-1}.

L'équation du dosage est:

$$Na^+ + HO^- + H_3O^+ + Cl^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + 2H_2O$$

Formule mathématique du pH

a) Première phase : avant l'équivalence

Le nombre de moles d'ions hydronium (n_{H3O+}) contenues initialement dans la solution est égal à $C_0.V_0$. Numériquement cela fait $n_{H3O+} = 0{,}1\times100$ soit 10 mol. Si l'on ajoute un volume V de soude dans la solution d'acide chlorhydrique le nombre de moles d'ions hydroxyde apporté est égal à $C_b.V$. Etant donnée la réaction entre les ions hydronium et les ions hydroxyde pour donner de l'eau, étant donné que V est inférieur à V_e (le volume équivalent), on aura un nombre de moles d'ions hydronium qui restera en solution qui sera égal à : $C_0.V_0 - C_bV$. Le volume de la solution étant devenu égal à $V_0 + V$, la concentration des ions hydronium restant en solution après ajout d'un volume V de soude sera égale à:

$[H_3O^+] = \frac{C_0.V_0 - C_b.V}{V_0+V}$ d'où l'expression de pH :

$$\mathrm{pH} = -\log\left(\frac{10-0{,}5.V}{100+V}\right)$$

V étant la variable, que nous désignons par *x* exprimé en mL, nous avons donc la fonction :

$f_1(x) = -\log\left(\frac{10-0{,}5.x}{100+x}\right)$ définie sur [0 ; 20[

b) Deuxième phase : l'équivalence.

On se ramène alors au calcul du pH d'une solution d'acide fort exactement neutralisée par une base forte. Dans ce cas le pH à l'équivalence vaut 7 à 25°C. Ici le volume équivalent vaut 20 mL, ce que l'on peut écrire mathématiquement : $f_2(x) = 7$ pour x = 20. On peut aussi écrire $f_2(20) = 7$

c) Troisième phase : après l'équivalence.

On aura versé depuis le départ un volume supérieur à 20 mL pour accéder à cette portion de courbe. Si l'on appelle V ce volume total de soude versée, le nombre total de moles d'ions hydroxyde apportés est égal à $C_b.V$. Comme l'ion hydroxyde réagit avec l'ion hydronium de façon quantitative pour donner de l'eau, la quantité d'ions hydroxyde en excès sera égale à: $C_b.V - C_0.V_0$.

La concentration des ions hydroxyde, lorsqu'on aura versé V mL de soude dans la solution d'acide chlorhydrique, sera alors égale à :

$$[HO^-] = \frac{C_b.V - C_0.V_0}{V_0 + V}$$

Le pH de la solution sera donné en écrivant :

$$\text{pH} = 14 + \log(HO^-)$$

Dans l'exemple qui est choisi, il faudra écrire que :

$$\text{pH} = 14 + \log\left(\frac{0{,}5.V - 10}{100 + V}\right)$$

D'où la fonction :

$$f_3(x) = 14 + \log\left(\frac{0{,}5x - 10}{100 + x}\right) \qquad \text{définie sur }]20\,;+\infty[$$

On obtient finalement une fonction de raccordement (définie par intervalles).

L'obtention des différentes expressions algébriques de la fonction qui permet de modéliser le phénomène de dosage acido-basique peut conduire à confronter l'expérimentation et certains résultats théoriques. Il serait aussi intéressant de traiter mathématiquement le calcul des coordonnées du point d'équilibre.

Ce travail de recherche d'une expression mathématique permettant de traduire mathématiquement un phénomène chimique est nécessaire et peut être comparé à ce qui se fait en physique ; lorsqu'on étudie les phénomènes physiques dépendants du temps, par exemple, une équation différentielle qui modélise le phénomène physique étudié.

Conclusion

Notre étude sur l'enseignement du logarithme en mathématiques nous a permis de constater deux « statuts » pour le même objet : *nombre et fonction*. Nous regrettons le fait que cet

enseignement se fasse de façon lacunaire et laisse un vide didactique au niveau du passage du concept de *nombre* (collège) au concept de *fonction* (au lycée).

Du point de vue de l'articulation mathématiques-chimie, il est clair que l'enseignement du logarithme au Collège est légitimé par l'étude en chimie du phénomène du dosage acido-basicité d'une solution aqueuse. Cependant les programmes de chimie ne font pas mention de la nécessité de cet enseignement. En classe de 3e, le pH permet d'évaluer la concentration des ions hydronium présents dans une solution aqueuse. L'une des tâches proposées aux élèves consiste à trouver la valeur du pH, connaissant la concentration des ions H_3O^+ (exprimée en moles par litre).

Actuellement nous cherchons à mieux explorer la relation entre les mathématiques et la chimie au lycée et de mettre en place des tâches de transition entre les deux disciplines. Notre souhait est de faire vivre, dès le lycée, les interfaces entre les mathématiques et les autres domaines scientifiques pour assurer une meilleure visibilité des mathématiques et en montrer l'intérêt pour la compréhension des avancées scientifiques et technologiques.

REFERENCES

BÂ C. (2007) Étude épistémologique et didactique de l'utilisation du vecteur en mathématiques et en physique – lien entre mouvement de translation et translation mathématique Thèse de doctorat (cotutelle). Université Lyon 1 et Université Cheikh Anta Diop – Dakar.

CHEVALLARD Y. (1999) L'analyse des pratiques des enseignants en théorie anthropologique du didactique. Recherches en didactique des mathématiques 19(2) 221-265.

DEFRANCESCHI M. & al. (2005), Mathématiques et sciences chimiques. In Les mathématiques dans le monde scientifique contemporain (édit. TEC&DOC). Académie des sciences. Rapport sur la science et la technologie n°20. p. 299. Paris

MALAFOSSE D. & LEROUGE A. (2001) : Etude en interdisciplinarité des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège: changement de cadre de rationalité. Revue Didaskalia n°18, pages 61 à 98

MALONGA MOUNGABIO F., BEAUFILS D., PARZYSZ B. (2008) La méthode d'Euler dans l'enseignement de mathématiques et de physique en terminale S. Bulletin de l'Union des Physiciens 907 1133-1152

MALONGA MOUNGABIO F., (2009). Les équations différentielles à l'interface mathématiques - physique : praxéologie et jeux de cadres de Rationalité dans les manuels de terminale S. Recherche en didactique des mathématiques. Vol. 29, n°3, pp. 335-357.

MALONGA MOUNGABIO F. & BEAUFILS D. (2010). Modélisation et registres sémiotiques : exemple d'étude de manuels de physique de terminale. Revue de didactique des sciences et de technologie, Vol. 1, n°1 pp. 293-316

PERRENOUD P. (1993) Curriculum : le formel, le réel, le caché. In Houssaye J. (Ed) La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui (pp. 61-76). Paris : ESF.

RODRIGUEZ R. (2007) Les équations différentielles comme outils de modélisation mathématique en classe de physique et de mathématique au lycée : une étude des manuels et de processus de modélisation d'élèves en Terminale S Thèse de doctorat. Université Joseph Fourrier – Grenoble 1.

ROGALSKI M. (2006) Mise en équation différentielle et mesure des grandeurs – Un point de vue mathématique sur la collaboration avec la physique. Repère 64 27-48.

Atelier 4

Didactique des mathématiques

Fabrice Vandebrouck (IREM de Paris, LDAR)

Dans cet atelier, nous nous intéressons au travail des élèves sur des tâches complexes (en un sens que nous précisons, sur logiciel) et à certaines caractéristiques des déroulements en classe qui l'accompagnent. Le choix de ce type de tâches est largement encouragé par l'institution. La complexité peut être liée, par exemple, à la nécessité de mettre en fonctionnement plusieurs adaptations non immédiates de plusieurs connaissances ou à la pluralité des méthodes possibles à choisir ou encore à des utilisations variées des technologies numériques. L'intérêt de faire travailler sur ce type de tâches est lié, de notre point de vue, à l'engagement possible des élèves dans plusieurs sous-activités, variées, à enchaîner, qui peuvent contribuer à enrichir les mises en fonctionnement des notions dont l'apprentissage est visé et, au bout du compte, à construire leur disponibilité, mais aussi contribuent à la difficulté des élèves sur ces types de tâches. Ces sous-activités sont :

- des (sous)-activités de reconnaissance d'outils ou d'objets mathématiques à mettre en fonctionnement : ce sont les théorèmes ou propriétés concernés, supposés disponibles ou non, ou/et l'identification des modalités d'applications de ces théorèmes ou propriétés à mettre en fonctionnement. Cela peut comprendre des choix de connaissances, forcés ou non, selon les alternatives existantes. Il y a plusieurs niveaux de disponibilité (objet, outil), selon que l'on considère la reconnaissance du fait que la connaissance doit être utilisée (comme outil) ou que c'est la définition ou une propriété, à adapter au contexte, qui est uniquement en jeu (comme objet).

- des (sous)-activités d'organisation du raisonnement global : il s'agit de repérer les différents raisonnements précis à mener, avec les étapes éventuelles et leur ordre, les reprises de questions précédentes, les interprétations.

- des (sous)-activités de traitement interne : il s'agit des constructions de figure, des calculs à effectuer, du travail sur les formules, simple remplacement des données par leurs valeurs ou transformations, équivalences, implications, mais aussi de l'introduction d'intermédiaires, notations ou expressions, des changements de registres ou de points de vue (imposés ou choisis) et des mélanges de cadres éventuels (imposés ou choisis) .

Cette liste devrait être complétée par des activités transversales de formulation (en particulier à l'oral) et de rédaction (pour l'écrit), non étudiées ici. Chacun des exemples fait ainsi l'objet d'une analyse en ces termes. L'atelier permet d'exemplifier cette complexité de l'activité mathématique des élèves pour comprendre *in fine* leurs difficultés avec les technologies numériques.

Atelier 6

COPIRELEM

La commission se veut être à l'interface entre la recherche et la formation.

En 41 ans d'existence, différentes ressources ont été produites par la COPIRELEM. Parmi elles, certaines situations de formation, constituent la mémoire et la culture commune de notre réseau de formateurs. Les reconsidérer à la lumière des contraintes actuelles, nous a conduits ces dernières années à élaborer un cadre d'analyse visant à donner aux formateurs les moyens de les exploiter au mieux en fonction de leurs objectifs.

À l'origine de ce travail, il y a nos questions de formateurs mais il nous tenait à cœur de les inscrire dans une démarche de recherche et de présenter ce travail dans le cadre de communications scientifiques. Une brochure prenant appui sur cette réflexion paraîtra prochainement.

De manière plus générale, nous souhaitons que la COPIRELEM participe à l'émergence de questions issues du terrain dont la recherche pourrait s'emparer. Dans l'autre sens, rappelons que notre colloque vise à favoriser la diffusion de résultats produits par la recherche auprès des formateurs.

Notre commission veille à répondre à des demandes institutionnelles.

Citons par exemple, la mallette maternelle qui, à l'origine était une commande de la DGESCO, ou encore les parcours magistère (numération, mallette) que nous avons produits.

Nous veillons aussi à nous saisir de questions suscitées par de nouvelles orientations institutionnelles. Par exemple, l'introduction de l'algorithmique dans les nouveaux programmes nécessite d'élaborer des situations d'enseignement et de formation. C'est l'un de nos projets pour 2017.

- ***Nous sommes aussi amenés défendre notre point de vue sur la formation.***

Lors de notre dernier colloque, nous avons publiquement déploré que les moyens déployés par le ministère pour la stratégie mathématique soient inversement proportionnels à l'enthousiasme qu'avait suscité son lancement en décembre 2014, prônant « le renforcement de la formation initiale et continue » et une « meilleure prise en compte des recherches » dans le domaine de la didactique et de la pédagogie.

De même, nous nous sommes exprimés à propos des sujets du Concours de Recrutement des Professeurs des Ecoles (CRPE), dont on souhaiterait qu'ils sélectionnent les candidats en fonction de leur maîtrise des spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et qui ne sont encore pas à la hauteur de ces attentes. Notre **analyse des sujets du CRPE 2016** est consultable sur la page de la COPIRELEM sur le portail des IREM : http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique12

Actions majeures de la CII[5] en 2015/2016

- ***43ème colloque international, Le Puy-en-Velay***

Notre colloque a réuni 132 participants (dont 17 étrangers venus du Canada, du Congo-Brazzaville, du Mali, de Suisse…) sur 3 jours autour du thème : **« Enseignement des mathématiques et formation des maîtres aujourd'hui : quelles orientations, quels enjeux ? »**

Un premier axe de réflexion portait sur les enjeux pour les élèves. Il s'agissait de s'intéresser notamment à la relation entre la formation, les situations d'apprentissage (conceptions et mises en œuvre) et les connaissances des élèves. Les nouvelles demandes institutionnelles au niveau des élèves ont été étudiées : place du numérique, place des disciplines, organisation curriculaire et impact sur les programmes et la formation.

Un deuxième axe concernait les enjeux de la formation pour les enseignants et leurs formateurs :

- modalités de formations (formation initiale, maquettes, formation en alternance, formation continue, parcours de formation, séance de formation) ;
- contenus de formation (contenus mathématiques, didactiques et pédagogiques) ;
- analyse et évaluation des formations mises en œuvre ;
- ressources pour la formation (différents types de ressources, conception, analyse).

Enfin, un troisième et dernier axe portait plus particulièrement sur la dimension institutionnelle :

- prises en compte des commandes institutionnelles dans la formation ;
- impact des évolutions curriculaires sur l'apprentissage, l'enseignement et la formation.

Le colloque a contribué à la réflexion sur ces questions, avec des présentations de recherches ou des partages d'expériences, tant au niveau national qu'international.

- ***Formation de formateurs, Albi, janvier 2016***

Dans le cadre de son séminaire interne la COPIRELEM a proposé une formation à une cinquantaine de formateurs venus de toute la région (Inspecteurs de l'Éducation Nationale, conseillers pédagogiques, Professeurs des Ecoles Maîtres Formateurs).

Les travaux se sont articulés autour de trois thèmes :

[5] CII Commission Inter IREM

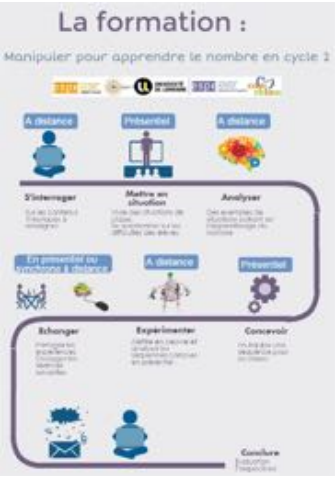
- les enjeux du calcul mental à l'école et sa place dans l'articulation nécessaire avec l'apprentissage du calcul en général et la résolution de problèmes ;
- les difficultés des élèves à appréhender nos systèmes de numération orale et écrite et notamment les principes de la numération de position ;
- la construction du nombre en maternelle à travers la découverte de la mallette conçue par la COPIRELEM.

- ***Parcours M@gistère***
  - ***Formation de formateurs : appropriation de la ressource «mallette» pour la construction du nombre à la maternelle***

La mallette autour de la construction du nombre en MS et GS reprend diverses situations de référence autour du nombre, les revisite pour favoriser leur appropriation par les enseignants. Elle propose des logiciels associés à certaines de ces situations et présente, pour certains aspects du nombre, quelques situations nouvelles mettant en avant l'utilisation du langage dans les apprentissages, le lien entre les mathématiques et d'autres disciplines, la place d'une pédagogie de projet à l'école maternelle. La ressource est disponible en ligne : http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1185

- ***« manipuler pour apprendre le nombre au cycle 2 »***

Le parcours propose de confronter les participants à la problématique de l'enseignement de la numération au cycle 2, par une formation hybride, avec une alternance de temps en présence et des temps à distance synchrone ou asynchrone. Il vise à permettre au participant d'interroger ses pratiques et ses conceptions pour, soit les remettre en cause, soit réaffirmer leur bien fondé.



Atelier 7

Histoire et épistémologie

L'atelier porte sur les activités de la CII Épistémologie et histoire, qui s'est réunie une fois par trimestre en 2015/2016 sous forme de séminaires dont voici les programmes :

1) Samedi 12 décembre 2015, Université Paris-Diderot, Halle aux Farines (dans le cadre de la journée annuelle des CII)

- Nouveaux groupes « Epistémologie et histoire » dans les IREM

- Préparation des prochains colloques (séminaire international des IREM à Strasbourg, HPM 2016 à Montpellier, 22e colloque de la CII à Grenoble)

- Projets éditoriaux (New Blue Book, actes du colloque du Mans, livre d'histoire des mathématiques pour le cycle 3)

- Chantiers numériques (site de la CII, numérisation des publications de la CII)

- Conférence de David Aubin : « Il n'y a pas de géométrie française : de la neutralité des sciences, 1914-1918 »

- Conférence de Rossana Tazzioli : « Les mathématiciens italiens et la Première Guerre mondiale : quel engagement ? Quelles conséquences pour les mathématiques ? »

2) Samedi 12 mars 2016, Université Paris-Diderot, Halle aux Farines

- Point sur les ressources numériques de la CII

- Conférence de Charlotte de Varent : « Apports de l'histoire pour penser la place des unités de mesure dans les situations multiplicatives : le cas d'étude de l'aire du rectangle »

- Conférence de Frédérique Plantevin : « Matérialité et sens de la multiplication »

- Conférence de Michel Mouyssinat : « Au commencement était l'algorithme »

3) Samedi 21 mai 2016, Maison de l'université, Rouen (dans le cadre du colloque inter-IREM de Rouen)

- Conférence d'Anne Boyé : « Histoire des mathématiques et interdisciplinarité »

- Point sur les dossiers en cours de la CII

- Réunion du groupe de travail « Histoire des mathématiques pour le cycle 3 »

Actions majeures de la CII

Numérisation et référencement dans Publimath des publications de la CII et des IREM dans le domaine de l'épistémologie et de l'histoire

Préparation d'un livre à paraître chez Springer : « Let History into the Mathematics Classroom »

Préparation de la publication des actes du colloque du Mans (mai 2015)

Préparation d'un livre « Histoire des mathématiques au cycle 3 »

Publications et contributions à colloques au titre de la CII

Contribution au colloque inter-IREM de Rouen, mai 2016 (une conférence plénière et quatre ateliers assurés par des membres de la CII Épistémologie et histoire)

Contribution au colloque « Circulation : Mathématiques, histoire, enseignement », Nantes, mai 2016, en l'honneur d'Évelyne Barbin (trois conférences plénières assurées par des membres de la CII Épistémologie et histoire)

Contribution au colloque du réseau international des IREM, Strasbourg, juin 2016 (un atelier assuré par la CII Épistémologie et histoire)

Contribution au congrès HPM 2016, Montpellier, juillet 2016 (deux conférences plénières, trois exposés et sept ateliers assurés par des membres de la CII Épistémologie et histoire)

Atelier 1

GéoGébra

L'atelier a porté sur la nouvelle publication GeoGebra et les fiches associées.
Détails en ligne http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique18

Atelier 8

Popularisation des mathématiques

La commission inter IREM Pop'math (CII Pop'math) a été créée en janvier 2014 à la suite de la CII Rallye et jeux. Les responsables successifs ont été E. Cepa et T. Mercier puis A.-M. Aebischer et T. Mercier.

Cette commission s'est donné pour but d'explorer, de rassembler et de mettre en lumière, pour les enseignants, les ressources disponibles dans les 3 axes suivants :

- rallyes, responsable T. Mercier,
- jeux, responsable N. Pelay,
- diffusion et initiatives de popularisation, responsables A.-M. Aebischer et M.-J. Pestel.

Le portail des IREM (http://www.univ-irem.fr) rassemble les informations relatives à la CII (Commissions inter IREM → Pop'math) : compte-rendu des réunions, documents ou liens relatifs aux interventions et aux travaux.

La CII a organisé en juin 2015 à Toulouse un colloque *Les mathématiques une culture pour tous*, qui a réuni les acteurs de la popularisation des mathématiques en France. Les documents relatifs aux conférences et aux ateliers de ce colloque sont disponibles sur le portail des IREM.

Les réunions de la CII alternent les temps de travail dans les groupes spécifiques et les temps de mise en commun. Nous avons pris le parti d'inviter à exposer à chaque réunion un intervenant lié par ses activités à la popularisation des mathématiques. Ces exposés ont eu pour thème successivement :

- Présentation du Labozaïque (animation sur les pavages produite par le laboratoire de mathématiques de Caen), par Eric Freyssat ;

- Présentation du site Jeux mathématiques à Bruxelles et réflexion sur l'utilisation du jeu en classe, par Joëlle Lamon, Haute école F. Ferrer de Bruxelles ;

- Contrat didactique et reproductibilité dans les contextes de popularisation des mathématiques, par Nicolas Pelay, Pop'math et association Plaisir'math ;

- Maths et magie, par Dominique Souder, enseignant retraité ;

- Groupe Jeux de l'IREM de Caen, présentation de leurs réalisations, par Pascal Leudet et Philippe Langlois.

Pour illustrer ces deux dernières interventions, nous avons soumis quelques exemples aux participants de l'atelier.
Commençons par deux tours de magie mathématique. Ce sont des animations qui ne nécessitent aucun matériel mais qui vont systématiquement stimuler et motiver les élèves et renforcer leur adhésion à la discipline.

- Le premier « tour de magie » correspond à la situation suivante :

Former un nombre avec les 10 chiffres de 0 jusqu'à 9 utilisés une fois et une seule dans l'ordre que l'on veut. Scinder ce nombre de 10 chiffres en deux nombres, puis additionner ces

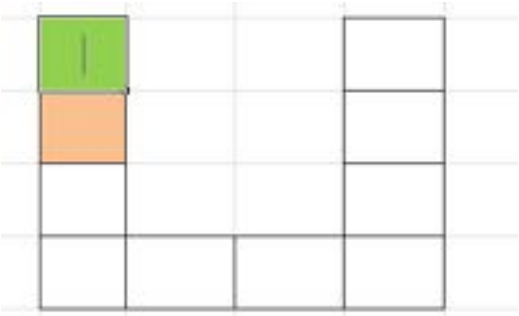
deux nombres. Rayer un chiffre du résultat qui ne soit pas 0 et lire le nombre formé par les chiffres restant du résultat. Le magicien peut alors annoncer le chiffre qui a été rayé.

Ce tour de magie se base sur le fait que le nombre initial est congru à 0 modulo 9, le résultat est donc encore congru à 0 modulo 9. Il suffit donc de réduire modulo 9 le nombre annoncé. Le chiffre rayé sera le complément de ce résultat à 9.

- Un deuxième tour de magie *Le chemin* constitue une bonne motivation pour utiliser un formalisme algébrique.

Une mise en œuvre possible est de matérialiser un chemin de 10 cases comme ci-dessous.

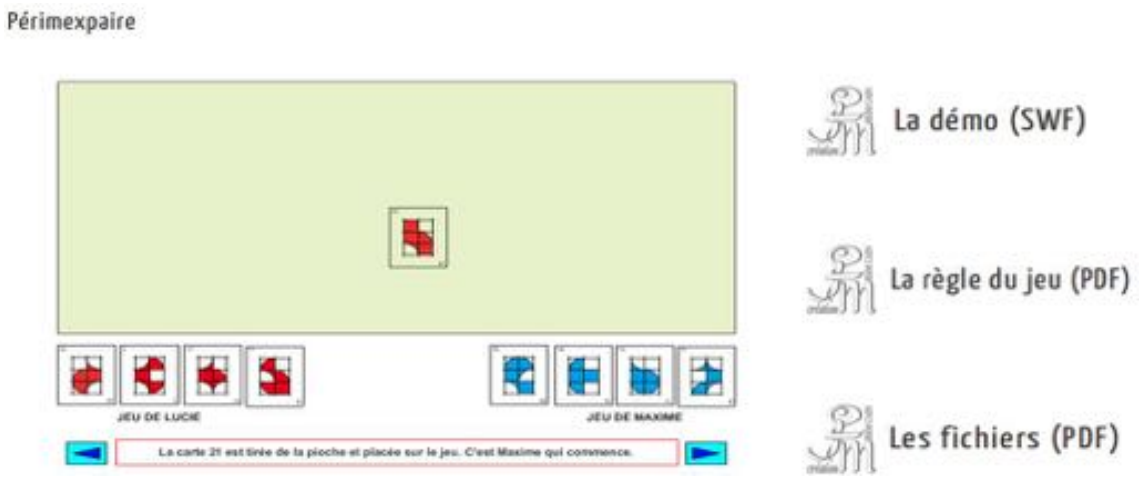
Le magicien demande alors au public de proposer deux nombres entiers (pas trop grands) que l'on placera chacun dans l'une des cases colorées. Le public doit alors remplir les cases restantes avec la somme des nombres des deux cases qui la précèdent, puis déterminer la somme des 10 nombres du chemin.



Avant qu'ils effectuent cette dernière opération, le magicien annonce le résultat.

Si on appelle a et b les nombres placés dans les deux premières cases, les nombres placés dans chacune des cases suivantes sont de la forme $f_n a+f_{n+1} b$ où (f_n) désigne la suite de Fibonacci. Le nombre placé dans la 7e case est donc 5a+8b et la somme de tous les nombres est 55a+88b, soit 11 fois le nombre de la 7e case.

Voici à présent un exemple de jeux produit par le groupe Jeux2math de l'IREM de Caen. Ce groupe travaille en créant des jeux pour tenter de pallier les difficultés observées chez leurs élèves. L'exemple présenté ci-dessous est la version experte d'un jeu créé pour aider les élèves à différencier les notions d'aires et de périmètres. Les cartes présentent des surfaces colorées dans 6 carrés en position 2 par 3. Chaque carte présente la même surface sur ces deux faces, l'une colorée en bleu, l'autre en rouge. Ces surfaces sont délimitées par des segments ou des quarts de disques. Les joueurs piochent un certain nombre de cartes. Le jeu consiste à juxtaposer les cartes qui ont, soit même aire, soit même périmètre, soit les deux.
Le site présente une version interactive des jeux proposés ainsi que tous les documents permettant de le reproduire et de se l'approprier.



Nous allons détailler plus précisément dans ce qui suit quelques aspects de la popularisation des mathématiques : les actions rallyes et le travail accompli sur ce thème dans la CII Pop'math, les interactions spécifiques du rallye de Champagne-Ardenne Niger et le travail réalisé dans le groupe « Diffusion et initiatives de popularisation ».

Présentation du groupe Rallye de la CII Pop'math

Le groupe Rallye est composé de représentants de différents rallyes réalisés au sein des IREM ou d'associations partenaires.

La première tâche que s'est donnée ce groupe a été de recenser tous les types de rallyes existant et d'essayer d'en faire une présentation synthétique (voir carte ci-dessous). Cette carte est disponible sur le portail des IREM.

Les rallyes réalisés en France s'organisent suivant des modalités très différentes. Ce sont en général des compétitions par classe entière, mais les épreuves sont extrêmement variées : les élèves produisent des copies, ou réalisent des constructions, le rallye de l'IREM de Basse Normandie est entièrement en ligne... Les rallyes ciblent également l'ensemble des âges : si

beaucoup de rallyes ciblent plus spécifiquement les classes de collège et de seconde, certains rallyes sont organisés sur la transition lycée/post bac (IREM de Basse Normandie), certaines actions font même intervenir les parents d'élèves… Cette diversité constitue une richesse, un patrimoine qu'il faut faire connaître, et c'est le but du recensement effectué. La carte, interactive, permet au clic d'accéder à la liste des rallyes organisés dans une région donnée. Un bref résumé des modalités et un lien vers le site du rallye complètent ces informations.
Les sujets de rallyes sont en général des problèmes ouverts, et les intégrer à des situations d'enseignement permet d'enrichir considérablement celles-ci. Le groupe Rallye souhaite donc se tourner, dans un deuxième temps vers une analyse des sujets de rallyes récoltés pour constituer une base de documentation en référençant ces sujets en fonction des thèmes d'enseignement auxquels ils pourraient être associés.

L'exemple du Rallye Mathématique Champagne-Ardenne Niger

Dans le cadre de l'atelier *Popularisation et Rallyes* et suite à l'invitation de Fabrice Vandebrouck, Président de l'ADIREM, nous avons présenté le RMCAN (Rallye Mathématique Champagne-Ardenne Niger).

Historiquement le Rallye champenois est né en 1989 grâce à l'investissement d'une trentaine de professeurs des Ardennes et de la Marne. Le concours se déroulait, comme encore aujourd'hui, en deux temps : une demi-finale et une finale. Mais deux sujets différents étaient proposés, l'un pour les élèves de 6e et de 5e et l'autre pour les élèves de 4e et de 3e. Il conservera cette forme jusqu'en 1999.

L'ouverture du concours aux élèves de seconde, en 2000, engendre la modification du concours, désormais une seule épreuve de 15 énigmes est proposée : les élèves de 6e doivent essayer de résoudre les huit premiers, ceux de 5e les dix premiers, ceux de 4e les douze premiers, ceux de 3e les treize premiers, et les élèves de 2nde l'ensemble des problèmes. L'épreuve se déroule par classe entière, la classe doit donner une unique réponse au plus grand nombre d'exercices en 55 minutes. Pour une tâche aussi importante, les élèves doivent se répartir le travail, coopérer, organiser la résolution d'un même exercice par plusieurs groupes pour avoir le maximum de chances de trouver la solution et, par conséquent, avoir à débattre de la validité des solutions. Seules les réponses sont demandées, ce qui leur permet de développer des stratégies de recherche variées.

Créer, à l'intérieur des classes participantes, une dynamique pour acquérir le sens du travail de groupe ; initier à la démarche scientifique : expérimenter, argumenter, expliciter, vérifier ; et bien sûr, démystifier les mathématiques en les abordant sous un angle moins scolaire constituent les objectifs principaux de ce concours.

Une rencontre d'hommes avec notamment Jean-Claude Duperret et Rabiou Ousman permet l'ouverture du concours au Niger avec l'IREM de Niamey, en 2003. Depuis, au même moment, les élèves de Champagne-Ardenne et les élèves du Niger planchent sur (presque) les mêmes énoncés. Au début, les professeurs de l'IREM de Niamey avaient simplement récupéré les épreuves concoctées par l'équipe de Champagne-Ardenne, ils ont par la suite mis sur pied des exercices qui ont été intégrés au rallye.

Le RMCAN s'est diversifié au cours des années, il a également des homologues à l'école primaire comme le Rallye Mathématique des Ecoles de la Marne (RMEM) et celui des Ardennes (RMEA).

Chaque année se pose également la question des élèves de Lycée Professionnel, de SEGPA,…qui sont les bienvenus lors de l'épreuve mais que nos moyens ne permettent pas de récompenser dans des catégories qui leur seraient réservées.

L'équipe rallye de l'IREM de Reims est organisée en 4 équipes départementales de 3 à 4 membres qui se chargent de l'organisation des finales, de la recherche de partenaires, de la gestion des inscriptions, des corrections et des relations avec les collègues. Leur travail consiste surtout à produire, chaque année, les 30 exercices originaux nécessaires pour les deux épreuves. Pour cela, l'équipe rallye échange par courriel et se réunit deux fois par an pour fabriquer les épreuves. Un membre de l'équipe élabore ensuite la maquette et les illustrations. Le partenariat avec le Niger se concrétise par des échanges de sujets entre l'équipe française et les collègues du Niger.

Les partenaires champenois du RMCAN contribuent financièrement ou en nature à l'organisation et aux récompenses des élèves (tee-shirt, casse-têtes, livres...). Plusieurs sont très fidèles comme l'université et le rectorat de Reims, la Régionale de l'APMEP, les quatre conseils départementaux concernés, certaines communes telles celles qui accueillent les finales. Au Niger, l'évènement est relayé à la télévision nationale et a lieu parfois en présence de ministres.

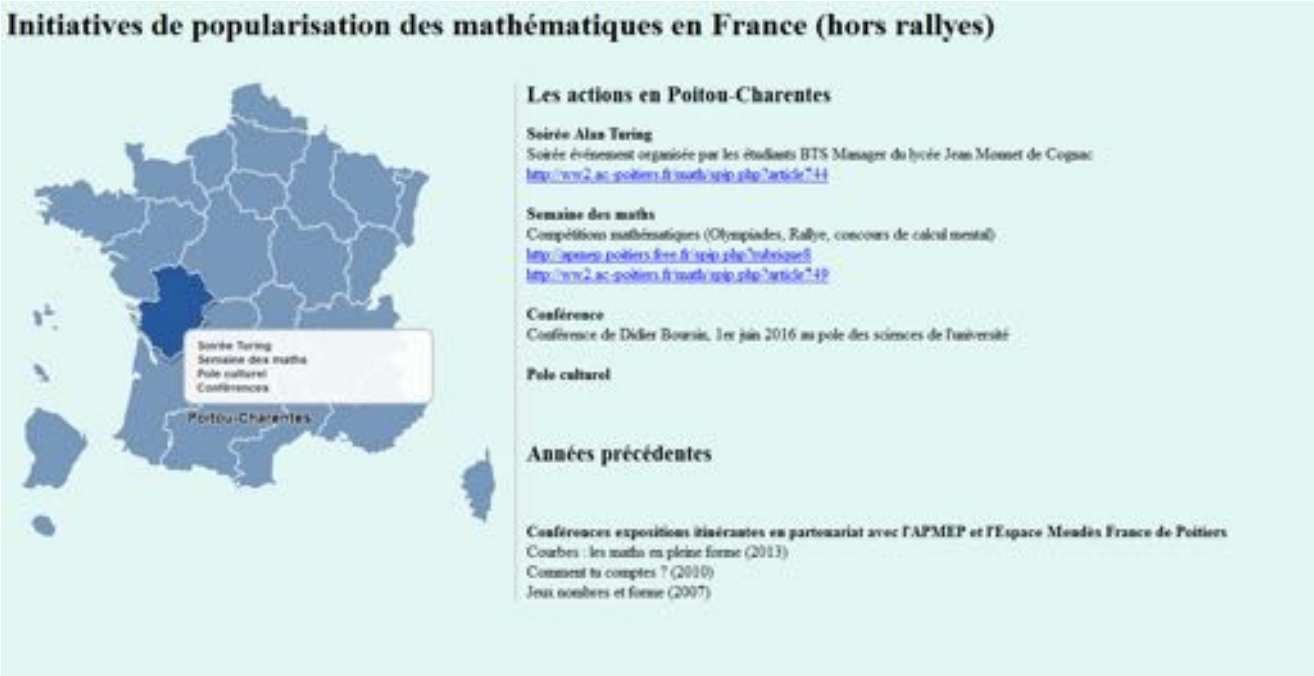
Ce concours connaît un succès qui ne se dément pas. En 2016, plus de 1 000 classes et plus de 25 000 élèves ont participé à la demi-finale en Champagne-Ardenne et une centaine de classe à la demi-finale au Niger.

Présentation du groupe « Diffusion et initiatives de popularisation »

La popularisation des maths est un concept qui déborde largement du cadre des IREM. Depuis de nombreuses années, des associations (Animath, CIJM,…), des maisons d'édition (ACL Les éditions du Kangourou, Pole éditions,…) travaillent dans ce secteur. Le groupe « Diffusion et initiatives de popularisation » est donc un groupe auquel participent des représentants des IREM mais aussi des représentants de ces associations.
Les apports des différents participants et les différents exposés de l'année orientent notre travail actuel et à venir.

Le travail du groupe « Diffusion » s'est articulé cette année autour de trois axes :

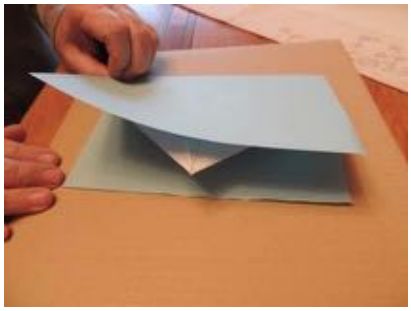
- Recensement des activités de popularisation des mathématiques dans les IREM et leurs partenaires. Une carte présentant de façon dynamique les informations que nous avons récoltées est en cours d'élaboration. Nous avons essayé de cibler un interlocuteur *popularisation* dans chaque IREM. Cette carte sera soumise aux directeurs de chaque IREM une fois finalisée pour validation. Elle sera ensuite placée sur le portail des IREM et actualisée de façon annuelle. Ci-dessous l'exemple de l'affichage des activités de popularisation d'une région : la région est mise en sur brillance au passage de la souris avec un résumé des actions affiché sur la carte, le détail des actions et les liens sont placés à droite.

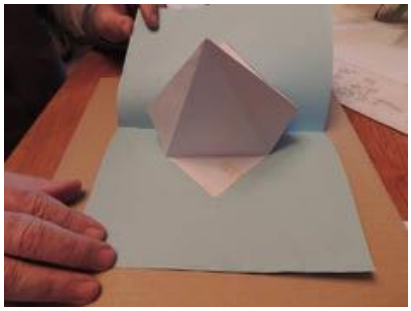


Les actions de popularisation que nous avons recensées prennent des formes multiples : animations lors d'événements institutionnels (Forum Mathématiques vivantes, Fête de la science, Semaine des maths, …), conférences, expositions, ateliers MATh.en.JEANS, ateliers Hippocampe, initiatives locales …

- Travail sur le thème : *Solides Pop up*

Il s'agit de pliages papier que l'on peut insérer dans un cahier entre deux pages et qui vont prendre leur forme 3D à l'ouverture de ces pages. Dans l'optique de permettre aux élèves d'avoir une approche sensible des solides qu'ils étudient au collège, de leur permettre de s'approprier les formes en les rendant facilement disponibles, nous avons travaillé (à partir de documents ACL Le Kangourou) sur les pliages d'un tétraèdre régulier et d'une pyramide à base carrée réalisés à l'aide d'une enveloppe rectangulaire longue classique. Nous avons réalisé des vidéos et des diaporamas présentant le pliage, puis un document relatif à l'exploitation en classe : comment démontrer que le solide ainsi réalisé est bien un tétraèdre régulier.





- Élaboration d'une liste de livres (romans, BD, ...) dans le cadre desquels les mathématiques interviennent de façon plus ou moins importante. Les livres sont des vecteurs de culture et nous avons cherché à nous approprier un ensemble d'ouvrages porteurs de culture mathématique, par leurs contextes ou par les personnages qu'ils présentent. Ces livres ne sont pas nécessairement des nouveautés, mais ils ont leur place dans les CDI et peuvent être également étudiés en classe.

Ces informations sont souvent déjà disponibles dans Publimath ; nous nous orientons vers une collaboration avec cette CII et vers une activité de complémentation en spécifiant des utilisations pédagogiques. Quelques exemples ci-dessous :

Nous avons aussi en perspective de nous intéresser à des films ou des vidéos.

8. Table ronde de Clôture

La plage horaire de la table ronde clôturant le colloque, réduite pour cause de grève SNCF, s'est transformée en une succession de courtes interventions des participants, prévues ou improvisées.

*** L'exposé d'Antoine Bodin "Mathématiques et globalisation"** a mis en évidence l'impact des évaluations internationales qui, tout en ne couvrant pas l'ensemble des continents, atteignent des organismes internationaux tels que l'OCDE ou le FMI.

*** Le groupe GREMA (Groupe de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques en Afrique) de l'IREM de Paris**, représenté à Strasbourg par cinq membres, a demandé aux participants de compléter le réseau de leurs relations internationales sur la carte du monde exposée à cette intention ; mention a été faite de la mise à la disposition des participants d'un certain nombre d'exemplaires de la brochure rapportant les douze années d'activité de GREMA.

Notons que GREMA avait envoyé, plus de deux mois avant le colloque, un questionnaire concernant l'implication des membres, tant au niveau local qu'aux niveaux national et international : les réponses étaient destinées à préparer la table ronde mais l'efficacité de la méthode n'a pas été prouvée.

*** Cisse Ba (Sénégal)**

Cissé Ba a développé son propos sur la rédaction de nouveaux programmes axés sur la notion d'objectifs, l'approche par compétences en vue d'une harmonisation du bac pour l'Ouest Africain. Ce travail peut s'appuyer sur les ressources d'un laboratoire institutionnel, le laboratoire de didactique des maths et sciences expérimentales (LADIMTSE).

*** Sinaly Dissa (Mali)**

Sinaly Dissa a évoqué les besoins en formation, l'absence de master en didactique mais aussi des échanges d'étudiants en thèse, des coopérations dont a bénéficié l'ENS de Bamako, la

perspective d'établir un réseau pour favoriser la formation de formateur en didactique des mathématiques et diffuser cette formation dans la sous-région.

*** Le projet PReNuM-AC** (2012-2015)

dans lequel trois pays ont été impliqués : France, Congo-Brazzaville et Cameroun

Fernand Malonga (Congo-Brazzaville)

1. Objectifs du projet :

> développer les usages des outils en ligne (plate-forme de formation, bases d'exercices)

> formation des enseignants

- aux usages des technologies pour l'enseignement (TICE)

- et à la didactique des mathématiques

2. Formation des équipes et conception des ressources

Des équipes multi-catégorielles ont été mises en place pour concevoir 80 ressources (24 pour le Congo-Brazzaville et 56 pour le Cameroun).

Chaque équipe était composée d'un étudiant en fin de formation à l'ENS, d'un enseignant de lycée (conseiller) et d'un enseignant de l'ENS (Superviseur).

Au Congo-Brazzaville, les inspecteurs ont joué un rôle dans l'évaluation de ces ressources; ils ont été amenés à rédiger un rapport d'évaluation pour chaque ressource produite.

3. Exploitation des ressources produites

Les ressources sont disponibles sur le site
http://prenumac.perso.sfr.fr/index.php/objectifs.html

Mais chaque pays a la liberté de publier les ressources sur une plate-forme de leur choix.

Information

Des enseignants de mathématiques de l'ENS ont été sollicités pour participer à un projet sur la conception de ressource (cours de mathématiques de collège et lycée). Ce projet est porté par l'UNESCO, mais financé par des fonds chinois.

L'expérience de PReNuM-AC doit être un atout pour la réussite de ce nouveau projet.

Lawrence Diffo Lambo (Cameroun) n'a pu participer au colloque, mais a envoyé son point de vue sur l'apport du projet à la formation pédagogique des étudiants de l'ENS de Yaoundé qui pourrait notamment susciter :

- la mise en place de ponts de mutualisation des atouts repérés à l'échelle infranationale comme à l'échelle internationale

- la mise en place d'une communauté nationale et internationale permettant de traiter le problème de la formation de l'élève professeur.

***de Christian Mercat (IREM de Lyon)**

Un IREM est un lieu où des gens différents travaillent ensemble, apprennent à se connaitre, à se comprendre et à s'estimer, de manière plus « horizontale » que « verticale »: Accompagner l'élève vers le savoir nécessite une chaîne complexe d'acteurs différents, enseignants, inspecteurs, formateurs, enseignants du supérieur, didacticiens, mathématiciens, où chacun est utile aux autres. Dans un IREM, les rapports entre eux, qui sont parfois hiérarchiques, sont « désarmés », on coopère autour d'une problématique commune « de bonne foi », de manière bienveillante, en reconnaissant à chacun sa rationalité propre. Apprendre à se connaitre passe par construire des objets de recherche communs, savoir ce qui fait question pour les uns et pour les autres, comprendre les contraintes qui pèsent sur chacun, identifier les compétences etc. Ce séminaire international a été l'occasion d'échanger sur les diverses façons de mettre en place les infrastructures pour mener à bien ce programme dans des contextes variés.

Afin de transposer ces problématiques de collaboration d'un groupe national à un niveau international, une suggestion est apparue: échanger de manière mensuelle sous la forme d'un séminaire tournant en téléconférence. La fin d'après-midi du premier lundi du mois, commençant le 5 septembre 2016 est proposé. Vous êtes invités à faire des suggestions d'exposés, mêlant si possible les voix d'acteurs différents de l'enseignement, par exemple un enseignant et un formateur d'enseignants?

*** de Christian Mauduit (IREM de Marseille)**

Au cours de ces dernières années, outre la participation à divers colloques et congrès internationaux, l'IREM a noué des relations de partenariat avec diverses institutions concernées par l'enseignement des mathématiques dans le monde : au Brésil, au Burkina-Faso, en Indonésie, en Iran, au Japon, au Maroc, au Tadjikistan, en Tunisie...:

- BRÉSIL : Projet Hipocampo[6] avec l'UMI IMPA-CNRS (2012).

Mentionnons le projet PROFMAT porté par la Sociedade Brasileira de Matematica et dans lequel l'IMPA est particulièrement impliqué depuis de nombreuses années (http://www.impa.br/opencms/pt/ensino/Mestrado_Profissional_PROFMAT/).

- BURKINA-FASO : Relations avec l'université de Bobo-Dioulasso. Théodore Tapsoba, qui a fait sa thèse à Marseille sous la direction de Gérard Rauzy et qui est actuellement vice-président de l'université de Bobo-Dioulasso devrait nous transmettre les noms de correspondants pour le Burkina-Faso.

- INDONÉSIE : Relations avec Indonesian Combinatorial Society (Kiki Ariyanti Sugeng, professeur à l'université d'Indonésie, Depok) et la South East Asian Mathematical Society (Edy Tri Baskoro, professeur à l'Institut de Technologie de Bandung). Projet de collaboration avec le réseau des IREM concernant la formation des futurs enseignants en mathématiques du secondaire en Indonésie.

[6] « Le 22 mars 2012, tenue d'une action de type Hippocampe en visioconférence avec une Favela de Rio de Janeiro (CIEP César Pernetta situé au cœur de la favela du complexo da Maré (projet brésilien "Autonomia")). Du côté Ecole de la Deuxième chance (E2C), 6 stagiaires et 3 formateurs ont participé à cette action tandis qu'au Brésil elle mobilisait une quarantaine de jeunes et plusieurs formateurs et chercheurs dont le directeur de l'Unité Mixte Internationale du CNRS pour l'Amérique du Sud (IMPA). » d'après Antoine Bodin.

- IRAN : Relations avec la maison des mathématiques d'Hispahan (Ali Réjali, professeur à l'université d'Hispahan) et de Yazd. Visite d'Antoine Bodin en 2009 et de Christian Mauduit en 2016 ; accueil d'Ali Réjali en France en 2011.

- JAPON : Visite d'étude d'Antoine Bodin en 2012 aux universités de Fukuoka et d'Hiroshima. Contacts noués avec diverses institutions concernées par l'enseignement des mathématiques.

- MAROC : Relations avec l'université de Rabat et avec l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat (Khalid Najib, professeur à l'ENIM). Participation de l'IREM aux journées d'étude de la Société Marocaine de Mathématiques Appliquées ; implication de l'ENIM dans un atelier scientifique du CEDEC.

La Société Marocaine de Mathématiques Appliquées (SM2A) envisage de mettre en place un réseau de correspondants des IREM au Maroc.

- TADJIKISTAN : Relations avec l'Institut de Mathématiques de l'Académie des Sciences de Dushanbe. Projet de collaboration avec le réseau des IREM concernant la formation des futurs enseignants en mathématiques du secondaire au Tadjikistan. Possibilité de création d'un IREM à Dushanbe. Antoine Bodin a effectué plusieurs missions à Dushanbe entre 2014 et 2016.

- TUNISIE : Relations avec l'université de Tunis et l'Ecole d'Ingénieurs de Tunis. Implication d'un enseignant-chercheur tunisien (Marouane Ben Miled) dans un atelier scientifique du CEDEC, atelier dans lequel l'IREM est aussi impliqué.

Relations avec l'université de Sfax. Implications d'enseignants chercheurs (Karam Aloui, Tarek Sellami) dans le projet Hippocampe. Projet de création d'un IREM à Sfax.

*** Gilles Damamme (IREM de Caen)**

Gilles Damamme a évoqué le besoin d'une suite concrète et active du colloque de Strasbourg.

Une pérennisation passerait par l'adoption d'un statut d'IREM (en lien avec le terrain, un minimum de structures, relayé par un site internet et des actions…)

<u>Informations, questions et réponses, réactions :</u>

- La Chine n'est pas concernée par les évaluations PISA mais l'OCDE envisage cette possibilité (A. Bodin)

- Les réponses de PISA peuvent être intéressantes, mais tout n'est pas transférable (R. Cabassut).

- Les évaluations PISA et TIMS sont pratiquées en Tunisie.

- Morou Adibou (Niger) souligne la possibilité de thèse sans nécessité d'existence de master..

L'idée de programmes harmonisés est en marche. On réécrit les programmes.

- François Pluvinage intervient pour revenir sur l'atelier « Primaire ». Il souligne la nécessité d'un niveau n+2 pour enseigner au niveau n, que le point de vue didactique doit dépasser le

niveau mathématique (exemples de la règle de trois, des problèmes d'agrandissement et de mélanges).

- Cissé Ba (Sénégal) revient sur le principe de la création d'universités dans plusieurs régions et d'inclure dans chacune une faculté de sciences de l'éducation. La nécessité de former des enseignants chercheurs avec des doctorats explique au sein de la FASTEFF la création de ce laboratoire LADIMATSE

*** Fabrice Vandebrouck (ADIREM)**

Fabrice Vandebrouck a donné quelques idées et instructions finales pour engendrer la dynamique du réseau international :

1) Retrouver sur le portail des IREM http://www.univ-irem.fr/ une rubrique "réseau international" et une sous rubrique "colloque de Strasbourg" avec quelques photos, les présentations que j'ai pu récolter pour l'instant (ateliers et présentations des délégations des pays).

2) Retenir la proposition de la création d'une liste de diffusion internationale - avec le concours de GREMA. Et donc envoyer un message à l'adresse grema@irem.univ-paris-diderot.fr afin d'être inscrit sur la liste de diffusion de ce groupe GREMA que vous avez rencontré à Strasbourg et qui pour l'instant et avec moi gérera les activités du réseau des IREM.

GREMA a deux adresses complémentaires grema@irem.univ-paris-diderot.fr adresse pour des communications ponctuelles, les mails arrivent chez deux personnes de Grema (Francoise Chenevotot et Ana Mesquita) qui feront le point et inscriront sur la liste irem.grema L'autre adresse irem.grema@listes.sc.univ-paris-diderot.fr est l'adresse de la liste (élargie à partir de maintenant à ceux qui vont se signaler) et elle est modérée par Christophe Hache. Cette liste permettra d'échanger les informations des IREM qui concernent l'international. A partir de maintenant seule cette liste sera utilisée pour les communications. Il y avait environ 70 noms sur cette liste grema, et nous allons pouvoir l'actualiser grâce à vos retours.

3) Avoir pour chaque pays représenté à Strasbourg (et d'autres le cas échéant) un "REFERENT IREM" qui peut-être le directeur ou quelqu'un proche du directeur dans le cas où une structure IREM existe. Nous souhaitons que ce soit un universitaire dans tous les cas afin de respecter l'esprit des IREM d'être avant tout des composantes universitaires. Merci à ces référents de se faire connaître explicitement dans leur message à GREMA en donnant aussi leur adresse postale, à l'IREM si un IREM existe, dans son université de rattachement sinon. Nous souhaitons dès à présent envoyer des documents, par exemple la dernière brochure SiRC de l'IREM de Grenoble.

4) Les référents IREM se verront attribuer des droits d'écriture dans la rubrique "réseau international" du portail afin d'alimenter leur rubrique nationale mais aussi la rubrique "ressources internationales". Il s'agira pour chacun d'y déposer des ressources dont ils pensent qu'elles sont de très bonne qualité pour la formation des enseignants de mathématiques et peuvent traverser les frontières.

Dès à présent, en suivant le thème de la semaine des mathématiques en mars 2017 en France, nous pourrions déposer des ressources internationales sur le thème "mathématiques et langage". Nous y reviendrons plus tard par un message sur la liste grema.

5) Nous proposons enfin un télé-séminaire tournant, que nous essaierons de faire régulièrement, dont les modalités sont encore à discuter sur le document partagé suivant: https://annuel.framapad.org/p/SemIREMI
où vous pouvez faire vos propositions d'exposés et de modalités. La liste de diffusion grema (ou une autre distincte si nécessaire) permettra aussi d'être au courant de ces exposés. Nous vous proposons pour essayer la fin d'après-midi du premier lundi de chaque mois, jours fériés exceptés. Le premier séminaire a eu lieu le lundi 5 septembre 2016. Les liens sont à l'adresse

http://fm.kmi.open.ac.uk/fm/fmmp.php?pwd=91998d-43949

Le deuxième est le lundi 3 octobre 2016.

6) Se retrouver en novembre 2018 en marge du colloque EMF 2018 à Paris pour une journée consacrée au réseau international des IREM, mais qui soit cette fois thématique et non pas des présentations des structures.

9. Texte dans le bulletin de la Commission Française de l'Enseignement des Mathématiques

Commission française pour l'enseignement des mathématiques

Bulletin de liaison 41 du 1er juillet 2016

Passage de témoin

Des mathématiques vivantes de la maternelle à l'université

Un colloque international du réseau des IREM

Les IREM essaiment par-delà les frontières

irem

Réseau International des IREM

Formation des Enseignants de Mathématiques ici et ailleurs

Colloque du réseau international des IREM

De 2 au 4 juin 2016

Université de Strasbourg

Les IREM essaiment par-delà nos frontières :
Formation des enseignants de mathématiques ici et ailleurs

Le colloque international du réseau des IREM s'est tenu à l'Université de Strasbourg dans les locaux de l'UFR de mathématique et d'informatique du 2 au 6 juin 2017 et à l'initiative de l'ADIREM. C'est l'IREM de Strasbourg qui a fait en sorte que les bonnes conditions matérielles permettent aux participants de se consacrer entièrement à la réussite de cette manifestation. L'hébergement et les repas ont été pris en charge conjointement par l'ADIREM, l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), l'Université de Strasbourg, l'IREM de Strasbourg, l'IRMA (Institut de Recherche Mathématique Avancée), le laboratoire S2HEP de l'Université de Lyon 1, la Maison pour la Science en Alsace (MSA), la régionale de l'APMEP.

Le précédent colloque international du réseau avait eu lieu en mars 2006 à Sèvres. C'est peu dire qu'il était temps de réactiver ce réseau et de lui donner un nouvel élan dans un contexte de questionnement pressant sur les dispositifs éducatifs dans toute la sphère francophone ou linguistiquement proche. L'émergence et le développement rapide des outils numériques et de communication permettent en effet de faciliter les échanges et porter un regard nouveau sur les possibilités de nouer des liens entre nos IREM et les structures qui sont déjà en place ou se créent dans nombre de pays. Le moment était venu de concrétiser ce projet porté de longue date par Fabrice Vandebrouck, l'infatigable président de l'ADIREM.

Un succès en termes de participation et de diversité:
Ce sont plus de quatre-vingt-quinze enseignants et enseignants-chercheurs qui ont participé aux échanges et aux ateliers. Dix pays étrangers étaient représentés sur les douze initialement prévus et il faut saluer la détermination des membres de leurs délégations qui ont réussi à trouver les financements nécessaires à leur déplacement dans un contexte de diminution drastique, ici comme ailleurs, des budgets consacrés à l'éducation et à la recherche.
A ce propos nous regrettons le forfait de dernière minute pour des raisons financières de l'un des animateurs de l'IREM de Madagascar qui travaille en étroite collaboration avec le directeur de l'IREM de la Réunion Dominique Tournès le responsable de la C2I Epistémologie et Histoire des Mathématiques.
Ainsi, nous avons accueilli 28 participants venant du Niger, du Sénégal, du Mali, du Cameroun, de la République Démocratique du Congo, du Congo-Brazzaville, d'Algérie, de Tunisie, du Maroc et du Pérou.
La diversité extrême des contextes éducatifs et universitaires, souvent héritée d'une histoire liée à la colonisation, est un atout pour la réflexion menée dans chacun des pays concernés. Ce constat s'applique aussi à la France amenée à revoir ses dispositifs de formation en fonction de la conjoncture éducative et économique. Des rencontres internationales et des programmes de recherche ou de production de ressources contribuent à porter un regard critique sur nos fonctionnements, introduisent de nouveaux questionnements, diffusent, stimulent et enrichissent nos systèmes éducatifs respectifs.

Un objectif ambitieux mais réaliste:
L'objectif des organisateurs était avant tout de relancer les échanges de formateurs, la conception collaborative des ressources et leur circulation entre les pays intéressés par cette démarche. Une des priorités serait de mettre en réseau les sites internet des IREM français et ceux des structures semblables à l'étranger. Ceci permettrait de créer et diffuser des ressources collectives en ligne **gratuites** et trilingues (français, anglais, espagnol). La publication des ressources produites à l'étranger dans les revues du réseau des IREM : Repères-IREM, petit x, grand N ainsi que la création d'une revue spécifique du réseau international font partie des projets et des membres des comités scientifiques des revues citées étaient d'ailleurs présents à Strasbourg.
A plus long terme, la mise en place de formations doctorales en didactique des mathématiques, en lien avec ce qui se fait en France, contribuerait à enrichir les productions et actions communes. Il s'agirait par exemple de localiser des terrains de recherche à l'étranger pour les chercheurs en didactique des mathématiques français et en parallèle d'accueillir dans les laboratoires français des doctorants et chercheurs étrangers. Ainsi, des échanges fructueux en matière de formation doctorale en didactique et ethnomathématique pourraient renforcer les liens déjà noués dans d'autres domaines.
Enfin les échanges entre étudiants ou élèves, pour participer à des séjours linguistiques et scientifiques ou des rallyes mathématiques, devraient trouver un cadre pérenne.

Le programme :
Ce colloque s'est ouvert sur une allocution du directeur de l'UFR de mathématiques et d'informatique Vincent Blanloeil qui a su en mettre en perspective les enjeux et rappeler la place particulière des IREM dans le dispositif éducatif et de recherche français.
Le colloque s'est ensuite poursuivi par une conférence à quatre voix. Fabrice Vandebrouck, Michèle Artigue, présidente honoraire du conseil scientifique des IREM, lauréate de la médaille Félix Klein, André Antibi, président honoraire de l'ADIREM, et Michel Fréchet responsable des relations internationales à l'APMEP, ont chacun pris la parole pour rappeler quelques éléments de la riche histoire de ce réseau.
Au cours des années soixante-dix, les IREM, qui venaient de naître en France de la volonté « militante » d'enseignants de mathématiques avec le soutien attentif de l'APMEP, ont mis en place des collaborations avec des universités étrangères. Ces collaborations se sont faites en ordre dispersé, au gré souvent d'initiatives et de contacts personnels. L'objectif était alors de valoriser des structures sur le modèle des IREM dans ces mêmes universités. Celles-ci ont fonctionné en Afrique (Niger, Mali, Sénégal, Congo), en Amérique Centrale (Costa-Rica, Guatemala, Nicaragua, Salvador, Honduras, Panama), en Amérique Latine (Argentine, Bolivie, Brésil, Pérou) et au Benelux, puis ont connu des fortunes diverses.
Les délégations étrangères ont à tour de rôle fait un état des lieux des structures existantes dans leurs pays. Les difficultés en matière de formation de formateurs sont souvent liées à des relations ambigües avec les ministères de tutelle affectant des moyens qui ne sont souvent pas à la hauteur de la tâche immense que ces pays doivent accomplir en matière éducative. La tâche est quelquefois compliquée, comme au Cameroun, par des questions linguistiques et de double tradition éducative entre communautés francophone et anglophone.
De manière générale, il reste que les principaux défis qui doivent être relevés, outre l'incitation à orienter les élèves vers des filières scientifiques, sont encore et toujours la scolarisation des jeunes filles et un accès plus ouvert à l'Université.
Dans ce contexte, Richard Cabassut a évoqué les potentialités de l'enseignement à distance (moocs, moodle, plates-formes collaboratives, multimédia, etc.) qui pourrait offrir des perspectives très intéressantes en matière de formation initiale et de formation continue.
Le comité scientifique et d'organisation de ce colloque a fait le pari de programmer en parallèle des ateliers thématiques co-animés par un responsable de commission Inter-IREM et dans la mesure du possible un membre d'une délégation étrangère. Ce sont ainsi deux séries de quatre ateliers qui ont fonctionné sur la durée du colloque. Les sujets explorés ont été : le logiciel multi-plateforme de géométrie dynamique Geo-Gebra, la pensée créative en mathématiques, la pluridisciplinarité, la formation en didactique des mathématiques, le raisonnement mathématique sous toutes ses formes, l'enseignement en école primaire et la formation des professeurs des écoles, l'histoire des mathématiques et l'épistémologie et enfin les actions de popularisation des mathématiques en direction des jeunes et du grand public. Tous ces ateliers ont fait le plein. Et les participants sont repartis avec de nouvelles idées et de l'énergie pour se saisir des projets présentés et les adapter localement.
Enfin, Antoine Bodin (Aix-Marseille) et le groupe IREM GREMA (Groupe de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques en Afrique) ont animé la table ronde de conclusion pour ensuite dresser la liste des initiatives concrètes : ouverture sur le portail des IREM d'une rubrique « réseau international », création d'une nouvelle liste de diffusion internationale, mise en place d'un noyau de référents IREM nationaux dans les universités avec des droits de publication sur la rubrique internationale du portail des IREM, lancement d'un télé séminaire régulier dont la première séance serait le 5 septembre animée par l'IREM de Lyon…

Premier retour positif de ce colloque :

Le journal francophone algérien El Watan a consacré dans son édition du 8 juin 2016, une page entière à l'interview de Samia Mehaddene, présidente de l'association A²DEMTI qui était présente à Strasbourg. En couverture, le journal reprend des propos de Samia Mehaddene « Il faut créer des IREM », notamment pour répondre à l'inquiétude suscitée par le «désamour »

des lycéens et étudiants algériens pour les mathématiques. En l'absence de solution institutionnelle pour la création d'instituts comme composantes universitaires sur le modèle de la France, leur solution est originale et peut-être à méditer : mettre en place des EREM (Equipes de Recherche en Enseignement des Mathématiques), équipes de recherche co-habilitées entre l'université et l'association, ouvertes à tous les mathématiciens s'intéressant aux problèmes d'enseignement et de popularisation des mathématiques, avec l'association comme interface entre les chercheurs et les enseignants de terrain. Ce rayon de soleil et d'espoir nous vient de l'autre côté de la Méditerranée et ce colloque n'aura pas été vain.

Enfin, pour en savoir plus, vous pouvez vous rendre sur le portail des IREM http://www.univ-irem.fr/ à la rubrique "réseau international" puis "colloque de Strasbourg". Ces pages seront complétées et enrichies au fil des retours des participants au colloque.

Josiane Nervi, Directrice de l'IREM de Strasbourg

10. Liste des participants

Nom	Prénom	Institution et pays
AEBISCHER	Anne-Marie	IREM de Franche-Comté
AIDENE	Mohamed	Université de Tizi Ouzou, Algérie
ALOUI	Karam	Faculté des Sciences de Sfax Tunisie
AMIDOU	Morou	IREM, Université Abdou Moumouni, Niger
ANDJIGA	Nicolas Gabriel	Ecole normale supérieure - Cameroun
ANTIBI	André	
ARNOUX	Pierre	CS IREM, IREM de Marseille, France
AUDRA	Isabelle	Irem de Reims France
BA	Cissé	Université Cheikh Anta DIOP Sénégal
BAHEUX	Carole	Université d'Artois - France
BARKATOU	Moulay Youssef	Université de Poitiers
BARTHEL	Michel	IPR
BECHLER	Michèle	C2I APMEP publimath
BELBACHIR	Hacène	DGRSDT, Algérie
BODIN	Antoine	IREM d'Aix-Marseille
BOMA	Pierre Claverl	Inspection générale de l'enseignement primaire, Secondaire et professionnel. RD Congo
BOPP	Nicole	Ancienne directrice de l'IREM
BOURDENET	Gilles	IREM de Strasbourg
BROGLIO	Annie	IREM Aix-Marseille, France
CABASSUT	Richard	IREM de Strasbourg
CHARBONNIERE	Yvon	IREM Lyon groupe LP Tice
CHEVRIER	Franck	IREM de Strasbourg
CLAISSE	Emmanuel	Comité de rédaction repères-irem
CORTELLA	Anne	IREM Montpellier- France
DA SILVA	Alban	Nouvelle-Calédonie
DAMAMME	Gilles	IREM Caen-Basse Normandie
DE COINTET	Michel	IPR retraité
DE KOCKER	Nicolas	COPIRELEM France
DENYS	Bernadette	Paris
DIOP	El Hadji Cheikh Mbacke	IREMPT, UCAD, Sénégal

DISSA	Sinaly	Ecole Normale Supérieure (ENSup) de Bamako (Mali)
DUCEL-FAGES	Yves	Université de FRanche-Comté, France
EL BERRAI	Imane	Faculté des Sciences Ben M'sik Casablanca. Maroc
EYSSERIC	Pierre	COPIRELEM France
FOULQUIER	Laurianne	IREM Aquitaine France
FRETIGNE	Patrick	CIIU
GALISSON	Marie-Pierre	IREM Paris Diderot France
GANDIT	Michèle	Comité Repères IREM
GNANSOUNOU	André	France
GONZALES HERNANDEZ	Cintya Sherley	Pontificia Universidad Católica del Perú - Perú
GRENIER	Denise	Université Grenoble Alpes France
HERSANT	Magali	Université de Nantes
INDENGE Y'ESAMBALAKA	José	Université Pédagogique Nationale Kinshasa-RDC
JOURAN	Maëlle	IREM Rouen, CII Collège
KAZANTSEV	Christine	IREM de Grenoble
KUNTZ	Gérard	Irem France
LANFGUEREAU	Hombeline	IREM de Franche-Comté ; Université de Franche-Comté
LE BORGNE	Philippe	Directeur IREM Franche-Comté
LEALDINO FILHO	Pedro	Université Claude Bernard - Lyon
LOMBARDI	Henri	IREM Besançon - France
LOUADJ	Kahina	Université de Bouira. Algérie
LYOTARD	Julien	C2I TIC France
MAA	Leïla	IREM de Strasbourg
MALONGA MOUNGABIO	Fernand	ENS, Université Marien Ngouabi (Congo -Brazzaville)
MAUDUIT	Christian	Se loge lui-même avec extérieur
MEHADDENE	Samia	Algérie
MEHADDENE	Rachid	AADEMTI Algérie
MENDONCA CAMPOS	Tânia Maria	UNIBAN Brasil
MENINI	Chantal	France
MERCAT	Christian	IREM de Lyon
MESQUITA	Ana	IREM de Paris/France
MOLEKA	Octave	Université Pédagogique Nationale-RDC
MOPONDI BENDEKO MBUMBU	Alexandre	IREM de l'université du Congo RDC
MOYON	Marc	Université de Limoges, France
MUANZA KAMUANGA	Jean André	IREM\UPN R.D. Congo
MUGARU DAWA	Benjamin	Université Pédagogique Nationale (UPN)/ République Démoc
NAJIB	Khalid	Mines-Rabat, MAROC
NERVI	Josiane	IREM Strasbourg
NGASSA	Jean-Paul	IREM Nantes, France
NJOMGANG NGANSOP	Judith	Université de Yaoundé 1- Cameroun
NSWEYA	Lambert	Université Pédagogique Nationale-RDC
OMPORO	Mathias	Congo-Brazzaville
OUSMAN	Rabiou	IREM Université de Niamey-Niger
PADILLA (C2I TICE)	Pascal	irem aix marseille france
PIQUES	Hervé	Ires Toulouse France
PLANES	Jacques	IREM Montpellier (France)
PLUVINAGE	François	IREM de Strasbourg
RAHMOUNI	Ali	Association Tunisienne des Sciences Mathématiques-Tunisie

RAJAONARIMANANA	Herinaina Elysé	Ecole Normale Supérieure Université d'Antananarivo Madaga
RAOUYANE	Mohammed	Ecole normale Supérieure Rabat MAROC
RAUSCHER	Jean-Claude	IREM de Strasbourg
Recher	François	IREM - Université de Lille - France
ROUSSET-BERT	Suzette	IPR retraitée
SABRA	Hussein	IREM de Reims - France
SCHAEFFER	Quynh-Nhu	IREM de Strasbourg
SCHULTZ	Anne	IREM de Strasbourg
SCHWER	Sylviane	France
SECHAUD	Nicolas	IREM de Strasbourg
SELLAMI	Tarek	Tunisie
SILVY	Christian	IREM Antilles
SOKHNA	Moustapha	Sénégal
STEF	André	IREM de Lorraine
TALEB	Youcef	Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou Algérie
TATHY	Christian	Congo-Brazzaville
TAVEAU	Catherine	COPIRELEM France
TCHONANG YOUKAP	Patrick	Université de Yaoundé 1- Cameroun
TOURNÈS	Dominique	IREM de la Réunion (France)
VANDEBROUCK	Fabrice	France
VINATIER	Stéphane	IREM de Limoges, France
WACH	Nathalie	IREM de Strasbourg
WAMBST	Marc	IREM de Strasbourg

11. Quelques photos

Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathematiques (IREM)
• L'arrivée des didacticiens des mathematiques congolais sur terrain, et particulièrement dans un groupe de réflexion de l'IREM de Paris 7, GREMA (Groupe de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques en Afrique Subsaharienne), a remis sur la table le problème de la création de l'IREM à l'Université Pédagogique Nationale (UPN).

Activités de Recherche en cours

France Université Numérique