

IREM de Grenoble
Rapport des activités de
septembre 2015 à septembre 2016.

directrice : Christine Kazantsev

15 novembre 2016

Rapport rédigé par Christine Kazantsev, version du 15 novembre 2016.

Table des matières

1	Présentation générale	6
2	Apport sociétal	6
3	L'IREM en bref	6
4	Activités internes	11
4.1	Financement	11
4.2	Réunions	11
4.3	Programme des regroupements	11
4.4	Groupes	12
5	L'IREM et le rectorat	12
5.1	Stages PAF	12
5.2	Stage MATHC2+	12
5.3	Semaine des mathématiques	13
6	L'IREM et la Maison pour la Science en Alpes-Dauphiné	13
7	L'IREM et l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public)	13
7.1	Les régionales de l'APMEP	13
7.2	Les nationales de l'APMEP	14
8	L'IREM et le réseau des IREM	14
8.1	Participation aux Commissions Inter-IREM (CII)	14
8.2	Participation au comité de rédaction de la revue Repères IREM	14
9	Editions	14
10	Diffusion des résultats et vulgarisation grand public	14
11	Personnel de l'IREM	15
11.1	Administratif	15
11.2	Participants	15
11.3	Présentation des groupes	17
12	Compte-rendu des activités des groupes	20
12.1	Groupe « Algorithmique »	20
12.1.1	Le groupe de travail IREM	20
12.1.2	Les actions à la Maison Pour la Science Alpes-Dauphiné	20
12.1.3	Formations Algorithmique au Collège	21
12.1.4	Autres activités, vulgarisation	22
12.2	Groupe « Histoire des mathématiques : La Mésopotamie »	23
12.2.1	Thèmes et objectifs	23
12.2.2	Participations et Interventions	25
12.2.3	Perspectives pour l'année 2016/2017	25
12.3	Groupe « Débat scientifique en classe »	26
12.3.1	Introduction	26
12.3.2	Contexte des recherches menées dans ce groupe	26
12.3.3	Développements actuels de ces recherches	27

12.3.4	Actions extérieures du groupe	28
12.3.5	Publications	28
12.4	Groupe « Animations mathématiques »	29
12.5	Groupe « Histoire des mathématiques : Géométrie pratique »	30
12.5.1	Résumé de nos activités :	30
12.5.2	Activités 2015-2016	31
12.6	Groupe « Géométries non euclidiennes »	34
12.7	Groupe « Raisonnement, Logique et Preuves »	35
12.7.1	Thèmes et travaux du groupe	35
12.7.2	Ateliers ou formations assurés par le groupe	35
12.7.3	Participation aux travaux des CII-Lycée et CII-Université (D. Grenier et H. Barbe)	35
12.7.4	Publications	36
12.8	Groupe « Méthodes et Pratique Scientifiques »	37
12.8.1	les avalanches	37
12.8.2	les satellites de Jupiter	37
12.9	Groupe « Enseignements Pratiques interdisciplinaires »	40
12.9.1	Introduction	40
12.9.2	Les EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires)	40
12.9.3	Les trois projets d'EPI proposés	41
12.9.4	Annexes	43
12.10	Groupe « Valence : liaison primaire-collège »	57
12.10.1	Les activités du groupe	57
12.10.2	« la fête de famille »	57
12.10.3	« la clôture »	62
12.11	Groupe « Bonneville : liaison primaire-collège »	65
12.11.1	Membres du groupe	65
12.11.2	Thèmes et objectifs	65
12.11.3	Nos actions	65
12.12	Groupe « Valence : liaison lycée-université »	66
12.12.1	Membres du groupe	66
12.12.2	Présentation	66
12.12.3	Dichotomie et théorème de Rolle	66
12.12.4	Sur le théorème de Fermat	67
12.12.5	Conclusions	69
12.12.6	Problème 1 : Dichotomie et théorème de Rolle	70
12.12.7	Problème 2 : Sur le théorème de Fermat	72
12.13	Groupe « Primaire »	74
12.13.1	Membres du groupe	74
12.13.2	Point théorique	74
12.13.3	Des hypothèses de travail	74
12.13.4	Bilan	75
12.13.5	Bibliographie	75
12.14	Groupe « Algèbre élémentaire dynamique »	77
12.14.1	Membres du groupe	77
12.14.2	Introduction	77
12.14.3	Construction d'une pensée algébrique en mode « matériel, papier, crayon » (1er trimestre)	78
12.14.4	Construction d'une pensée algébrique en mode numérique, création d'une ressource pour les enseignants	79
12.14.5	Développement de TQuiz et d'autres ressources pour les enseignants	81
12.14.6	Perspectives	82

12.14.7 Références bibliographiques	82
12.14.8 Annexe	83
13 Annexes	84
13.1 Programmes du stage MATHC2+ de juin 2016	84

1 Présentation générale

L'IREM, composante de l'UFR IM2AG de l'UGA, poursuit sa mission de formation continue des enseignants, en organisant des groupes de travail où des enseignants du supérieur et des enseignants du primaire et du secondaire étudient ensemble des questions fondamentales de l'enseignement des mathématiques. En lien avec le rectorat, il anime des stages au Plan Académique de Formation ou aux Plans départementaux de Formation. Il intervient aussi avec la Maison pour la Science en Alpes Dauphiné pour proposer également des stages de formation. Une collaboration avec l'IREM de Lyon s'est mise en place l'an dernier et a continué cette année sur l'algèbre élémentaire.

2 Apport sociétal

L'IREM est un des seuls endroits où un enseignant du primaire, du secondaire et du supérieur peuvent réfléchir ensemble sur les contenus et les méthodes d'enseignement, étudier différentes problématiques, construire des situations de classe et les tester sur le terrain, analyser les réactions des élèves et améliorer ainsi ses connaissances et sa pratique.

Les animateurs IREM diffusent la culture mathématique auprès de leurs collègues mathématiciens en participant à la « semaine des mathématiques », auprès des parents en organisant des conférences, auprès du public en participant aux manifestations telles que « la fête de la science » .

Depuis près de deux ans, l'IREM est fortement impliqué dans la création de la Grange de Maths à Varcès Allières et Risset.

3 L'IREM en bref

– Animateurs : 73

- supérieur en activité : 15
- primaire-secondaire en activité : $9+39=48$
- retraités : 10

– Elèves concernés : plus de 6000

- secondaire : $39 \times 5 \text{ classes} \times 30 \text{ élèves} = 5850 \text{ collégiens/lycéens}$
- primaire : $9 \times 1 \text{ classe} \times 25 \text{ élèves} = 225 \text{ élèves}$

– Contribution à la formation continue des enseignants

Formation Informatique Débranchée (avec MPLS et PAF)

Responsables Benjamin Wack et Jean-Marc Vincent, 35 participants, 2 fois une journée

Descriptif court : Le groupe a construit et animé 2*1 journée d'action au sein de la Maison pour la Science Alpes Dauphiné sur le thème de l'Informatique Débranchée (35 enseignants du secondaire formés, les journées étaient ouvertes également aux professeurs des écoles mais il n'y a pas eu d'inscrits cette année).

Formation Algorithmique et Programmation

Responsables Benjamin Wack et Jean-Marc Vincent, 25 participants (formateurs),

Formation hybride sur deux jours ; formation initialement au PAF transformée en formation de formateurs à la demande de l'académie.

Descriptif court : Conjointement avec les services du rectorat, le groupe a également construit une formation hybride à l'algorithmique et à la programmation dans les nouveaux programmes de collège, à destination de tous les enseignants de mathématiques et de technologie de l'académie (soit 1800 personnes). Deux jours de formation ont été dispensés à 25 formateurs qui ont ensuite répercuté ces contenus dans toute l'académie.

Formation Liaison primaire-collège, circonscription de Cluses

Responsable Damien Jacquemoud

Dans la circonscription de Cluses, formation des professeurs des écoles CM2 et professeurs du collège et participation au conseil école collège du réseau d'éducation prioritaire.

Formation Résolution de problèmes-approche historique (stage PAF)

Responsable(s) : Morales A.-Jollet L.-Capitan J., 22 participants, 2 journées en présentiel, stage PAF Académie de Grenoble

Descriptif court : Introduction sur l'histoire des mathématiques en Mésopotamie, Egypte, Grèce et dans les pays de l'Islam. Apport et construction de scénarios pédagogiques à partir de l'étude de tablettes babyloniennes : Etude de la numération mésopotamienne - Résolution de problèmes de géométrie babyloniens - Résolution de problèmes du 2nd degré - Tablette Plimpton et triplets pythagoriciens - Ouverture sur les mathématiques arabe.

Formation Maths en manipulant : géométrie pratique à l'aide d'instruments anciens (stage PAF)

Animé par David Chatelon et Marc Troudet, 15 participants

Descriptif court : Manipulation d'instruments de mesure, Apport de contenus historique, épistémologique et didactique sur l'utilisation d'instruments de mesure anciens en classe, conception de séances pédagogiques.

Formation Débat scientifique en classe

Conférence de G. Charlot à l'Espace Mathématique Francophone 2015 (EMF 2015) (<http://emf2015.usthb.dz/>) Alger 10-14 octobre 2015

Intervention de T.Lecorre en Décembre 2015 à l'ENSIMAG auprès des professeurs accompagnateurs de classes dans le cadre de la journée maths et filles.

Octobre 2015 : présentation du débat scientifique à la ligue de l'enseignement 73 auprès d'enseignants.

Formation Logique, Raisonnement, SiRC

Exposé et atelier sur la récurrence, étude des réponses d'étudiants de L1 à un questionnaire et des exercices sur la récurrence (travail coordonné avec Denis Gardes et Marie-Line Gardes, IREM de Lyon) 12 mars (demi-journée commune CII lycée et CII université)

Un exposé et un atelier ont été proposés. Ils étaient inscrits au stage PAF. Le thème porté a été "Retours d'expériences sur les notions de logique dans les programmes de lycée". Le travail a été co-réalisé par Zoé MESNIL (IREM de Paris 7), Sophie BEAUD (IREM de Montpellier) et Hervé BARBE (IREM de Grenoble). L'expérience de la réalisation d'ateliers inscrits au stage PAF ayant été concluante, nous allons la renouveler l'an prochain pour la CII délocalisée à Montpellier.

Formation : stage à la journée régionale de l'APMEP sur les TQuiz (Groupe Algèbre élémentaire dynamique)

Responsable(s) : Michèle Gandit, Claire Geoffroy, Thomas Meyer, Emilie Quéma, 16 participants.

Descriptif court – Atelier de 1h30. Nous avons montré comment les TQuiz peuvent être utilisés en classe de collège, leur intérêt pour l'apprentissage. Les participants ont pu apprendre à fabriquer des TQuiz.

Formation : "La découverte des satellites de Jupiter du point de vue de Peiresc", (MPLS-AD)

Responsable(s) : C. Kazantsev (IREM), Evelyne Chevigny de l'ESPE et Patrick Arnaud, ingénieur formation de la MPLS-AD Stage d'une journée proposé par la Maison Pour La Science en Alpes Dauphiné (MPLS-AD), basé sur les travaux du groupe MPS de l'IREM de Grenoble.

– **Contribution aux formations initiales des enseignants**

ESPE de Bonneville, Responsable Damien Jacquemoud, auprès des 200 étudiants du M2 MEEF PE pour le TD sur la construction du nombre au cycle 3.

Maths en manipulant : Interventions MASTER en pôle de professionnalisation

Dates : 30 septembre de 13h à 17h à l'ESPE de SAINT ETIENNE,

26/05, 2/06, 9/06 et 16/06 de 14h à 17h à l'ESPE de LYON CROIX ROUSSE

Contenu : identique au stage PAF Maths en manipulant : géométrie pratique à l'aide d'instruments anciens

Débat scientifique en classe

Expérimentations et réflexions collectives avec des groupes de doctorants-professeurs à partir d'une forme de « débat pour comprendre en cherchant à se comprendre », afin de dégager in vivo les incidences d'ordre épistémologique, cognitif, psycho-affectif, social et éthique qu'une pratique régulière de « débat scientifique en classe » peut avoir sur le double métier d'enseignant et de chercheur. Ces formations fondées sur les recherches du groupe sont assurées par Marc Legrand conjointement avec des collègues universitaires de différentes disciplines.

3 journées complètes en stage résidentiel à Autrans en décembre 2015 (200 doctorants de Grenoble Alpes toutes disciplines confondues).

5 jours à Grenoble en février et mars 2016 (30 doctorants Math & Physique)

2 jours à Orsay en juin 2016 (30 doctorants toutes disciplines confondues)

Nombreuses observations en classe ou en amphi de « débats scientifiques » conduits par des collègues novices et/ou chevronnés.

Tutorat ESPE

Tutorat de deux professeurs-stagiaires alternants en formation à l'ESPE par une animatrice IREM (non ESPE).

Encadrement d'un mémoire de professeur-stagiaire alternant par une animatrice IREM (non ESPE).

Les enseignantes de l'ESPE assurent le tutorat et l'encadrement de mémoire dans leur service ESPE.

– **Actions de popularisation à destination des enseignants, des étudiants, des élèves ou du grand public**

Activités débranchées

Description : Activités d'informatique débranchée à l'INRIA lors de la fête de la science et d'une journée MathC2+

Activité autour de la géométrie algorithmique

Description : utilisation du logiciel svg pour la réalisation d'un dessin de sangaku. Résolution mathématique de ce sangaku ; stage MathC2+

Les mathématiques en Mésopotamie niveau 6ème

Description : Introduction à la numération sexagésimale positionnelle et calculs

Les mathématiques en Mésopotamie niveau 5ème

Description : Travail autour des égalités d'aire du parallélogramme et du triangle par découpage.

Les mathématiques en Mésopotamie niveau 3ème

Description : Introduction à la numération sexagésimale positionnelle, la « règle de Pythagore » et algorithme mésopotamien de recherche des triplets pythagoriciens. La tablette Plimpton et la génération des triplets pythagoriciens d'après une tablette de l'époque paléo babylonienne.

Les mathématiques en Mésopotamie niveau 2nde

Description : Introduction à la numération sexagésimale positionnelle, résolution des équations du second degré par les scribes.

Enseignements Pratiques Interdisciplinaires

Description : présentation lors du colloque à Rouen au printemps 2016, présentation à l'APMEP en octobre 2016

Débat scientifique en classe

Description : Expérimentation menée par Liouba Leroux « une année avec le débat scientifique au niveau 2nde » : logique, vecteurs, géométrie dans l'espace, repères, fonctions, probabilités. Expérimentation en 1ES : pourcentages.

Situation de Recherche en Classe (SiRC)

Expérimentation de plusieurs SiRC dans les 7 classes de l'école élémentaire Nicolas Chorier (G. Charlot). Expérimentations de plusieurs situations de recherche (Y. Bicaïs, H. Barbe, T. Gezer et D. Grenier) en collège, en lycée et à l'université.

Stage Maths C2+

Organisation d'un stage de deux jours pour des élèves de seconde, une journée à INRIA et une journée à l'UGA.

Participation à l'animation d'ateliers (1h30) destinés à des élèves de 2nde sur différents thèmes : les avalanches, les Situations de Recherche, les Sangaku, chaque atelier étant réalisé deux fois -deux groupes d'élèves.

Fête de la science. Participation à la fête de la science à Varcès Allières et Risset.

Semaine des maths

Nombreuses participations dans les établissements comme par exemple l'animation d'un stand de pliage mathématique tous les jours de la semaine, entre 12h30 et 13h30, dans un collège de Grenoble.

– **Publications majeures de l'IREM**

Les mathématiques en Mésopotamie et variations sur les aires

Cette brochure propose un travail en classes de 4ème, 3ème et 2nde essentiellement lié aux problèmes d'arpentage. En complément de la première brochure, un travail numérique sur les carrés, les « nombres inverses » ainsi qu'un travail géométrique de manipulation d'aires permettent de traiter la relation de « Pythagore », l'équipartition du triangle et du trapèze, la génération des triplets pythagoriciens et des triplets babyloniens ainsi que la bijection les reliant, la résolution d'équations du second degré.

Nous proposons au lecteur un ensemble d'activités et d'exercices testés en classe, ainsi que les corrigés et des conseils pratiques, pour mener avec les élèves ce travail d'exploration et de découverte d'une culture ancienne dont la pensée mathématique repose sur une démarche algorithmique.

Le débat scientifique en classe

EMF 2015 : Compte rendu du GT10 "Rôles et responsabilités des professeurs et des élèves dans les démarches d'investigation et dans la résolution de problèmes", Le débat scientifique en classe ou en amphithéâtre par Grégoire Charlot <http://emf.unige.ch/index.php/emf-2015/groupe-de-travail-91/>

Article dans Repères-IREM n°103 (mars 2016) : Une "activité en Or"!

Article dans Repères-IREM n° 100 (Juillet 2015) : « Définir : une nécessité à construire. Le cas de la définition de la limite d'une fonction. Mise en œuvre d'une situation sous forme de « débat scientifique ». »

Situations de recherche pour la classe : Expérimenter, conjecturer et raisonner en mathématiques brochure de l'IREM de Grenoble, Mars 2016. Cette brochure propose des situations de recherche pour la

classe qui ont été construites et analysées par le groupe Logique raisonnement et SiRC de l'IREM de Grenoble et par l'équipe de recherche Maths à Modeler.

État des connaissances des élèves de Terminale S sur la raisonnement par récurrence
Gardes D., Gardes M.L., Grenier D. (2016) petit x 100, 67-98, ed. IREM de Grenoble.

– **Revues**

- L'IREM édite deux revues : Grand N et Petit x
- deux animateurs de l'IREM participent au comité de rédaction de la revue des IREM : Repères IREM.

– **Organisation des stages MATHC2+ :**

L'IREM reste l'interlocuteur UGA du rectorat pour l'animation, l'organisation et la gestion des stages MATHC2+. Cette année, faute de financement, le stage d'octobre n'a pu avoir lieu. Seul celui de juin pour les élèves de seconde a été proposé. Le programme du stage est en annexe.

4 Activités internes

4.1 Financement

L'activité scientifique de l'IREM s'appuie sur des services statutaires d'enseignants-chercheurs de l'UFR IM2AG, et des Heures Supplémentaires Effectives (HSE) du ministère de l'éducation nationale pour les enseignants du primaire et secondaire.

Depuis la réduction de 17% il y a deux ans du nombre d'heures de services enseignants du supérieur, les 480h qui restent sont réparties sur une quinzaine d'enseignants. Notons toutefois que l'IREM de Grenoble a la chance d'avoir beaucoup d'universitaires impliqués, en particulier parce que cette participation est reconnue dans le service, à défaut d'être valorisée. Toutefois, le développement rapide de ces dernières années du nombre d'enseignants du primaire et secondaire venant à l'IREM a induit une augmentation du nombre de groupes de travail, et donc une demande plus forte d'enseignants du supérieur pour les encadrer. Certains groupes se retrouvent désormais sans encadrants, ce qui est fort dommageable pour la réputation de l'Université.

Le nombre d'HSE affecté par le ministère et le rectorat reste fixe depuis plusieurs années, alors que le nombre d'animateurs, lui, augmente régulièrement. Ce qui a pour conséquence que le nombre d'HSE que chaque animateur reçoit diminue. Ce qui devrait être pour chaque animateur une rémunération pour une implication particulière dans son travail d'enseignant devient un geste symbolique. Cette situation, si elle est bien comprise par les animateurs, n'en reste pas moins injuste et démotivante.

L'université verse chaque année une dotation à l'IREM afin d'assurer son bon fonctionnement. Suite à la baisse drastique de ce budget (51% en deux ans) et à l'augmentation du nombre d'animateurs, non seulement un seul regroupement hors Grenoble a désormais lieu, mais le nombre de réunions reste réduit à 14 réunions, un regroupement sur Grenoble et un regroupement hors Grenoble. Les participations aux CII (commissions Inter-IREM) ont pu être sauvées grâce à une dotation particulière d'un chercheur, que je remercie.

4.2 Réunions

Afin de réduire les coûts de fonctionnement de l'IREM, le nombre de "vendredi IREM" a baissé. Seuls 14 vendredis ont été retenus. Des membres de l'IREM participent à des stages de formation initiale ou continue, académiques ou nationaux, à des colloques ou manifestations scientifiques. L'IREM prend à sa charge, depuis plusieurs années, les frais de mission des enseignants du primaire et du secondaire, pour les « vendredis IREM », les réunions de CII à Paris et quelques colloques ciblés, le rectorat donnant seulement des Ordres de Mission sans frais. L'accord des chefs d'établissement pour « libérer » les vendredis après-midi est de plus en plus difficilement obtenu, et s'accompagne souvent d'emploi du temps difficile le reste de la semaine.

La création des groupes de Valence, Vienne et Bonneville a permis de soulager les enseignants du temps et de la fatigue du trajet, et a attiré d'autres enseignants que la durée du trajet empêchait de venir. Un nouveau groupe "Enseignement Pratique Interdisciplinaire" s'est ouvert sur Grenoble à la rentrée 2015-2016 pour accompagner les nouveaux programmes de collège. Un groupe "Lycée technique" devrait s'ouvrir sur Chambéry dans les prochaines années (les animateurs sont motivés, mais leurs emplois du temps actuels sans une seule demi-journée de libérée ne leur permettent pas de se réunir). Tout ceci s'accompagne d'une augmentation importante du nombre d'animateurs.

4.3 Programme des regroupements

- Ateliers et conférences des 27 et 28 Novembre 2015 (un jour et demi, au Col de Porte, en Chartreuse)
 - « Maths en manipulant : ce qu'en retiennent les élèves, expérience au Vaisseau », Martine Brilleaud
 - « De Babylone à Samos », groupe « Histoire des maths : Mésopotamie »
 - « The role of algebra tiles in developing some algebraic concepts », Mohamed El-Demerdash.
- Ateliers et conférences des 17 et 18 Juin 2016, à l'IREM, Grenoble
 - « informatique débranché », groupe « Mathématiques Algorithmiques ».

- Présentation de la Maison des Mathématiques et de l'Informatique (MMI) de Lyon par Jérôme Germoni et Jean-Baptiste Aubin.
- « Une nouvelle SiRC », groupe « Logique et raisonnement »
- « les EPI sont mûrs », groupe « EPI »

4.4 Groupes

En 2015-2016, quatorze groupes ont travaillé à l'IREM. Deux groupes étudient le cycle 3 : le groupe de Valence et le groupe de Bonneville. Deux groupes également étudient l'histoire des mathématiques : le premier se concentre sur les mathématiques en Mésopotamie et le deuxième, qui se réunit sur Vienne, travaille sur la géométrie pratique à l'aide d'instruments anciens. Les groupes "Logique et raisonnement", "méthodes et pratiques scientifiques", "géométrie non euclidienne", "débat scientifique en classe", "algorithmique et mathématiques" continuent leur travail. Le groupe "animation mathématique", poursuit sa réflexion sur les mallettes contenant du matériel empruntable par les enseignants, afin de rendre les mathématiques palpables. Le groupe "liaison lycée-université" propose des activités pour les élèves qui souhaitent continuer ensuite des études de mathématiques. Un groupe, partagé entre Lyon et Grenoble, travaille sur les applications du logiciel "epsilon-writer" et sur l'algèbre élémentaire dynamique. Enfin, un groupe d'enseignants du primaire a réussi à se mettre en place, en dépit des difficultés pour se réunir pour des enseignants pris tous les jours, sauf le mercredi après-midi. Il travaille sur le cycle 2. Suite à la réforme du collège, un groupe "enseignements pratiques interdisciplinaires" a été créé. Les rapports d'activité des groupes sont en fin de document. Le développement de l'IREM continue donc, avec désormais près de 50 enseignants du primaire ou du secondaire en activité se réunissant pour travailler à l'IREM, ce qui fait au total près de 80 personnes travaillant dans l'institut.

5 L'IREM et le rectorat

5.1 Stages PAF

En raison des formations imposées par le ministère en lien avec la réforme des collèges, presque toutes les autres formations ont été annulées ou transformées en formation de formateurs. Ainsi, la formation "algorithmique et programmation", initialement inscrite au PAF, s'est transformée en formation hybride sur deux jours, pour 25 formateurs.

Seules les formations en histoire des mathématiques ont pu être maintenues. La première "résolution de problèmes et approche historique", de deux jours en présentiel, a permis de former 22 participants. La seconde sur le thème : "maths en manipulant, géométrie pratique à l'aide d'instruments anciens" a accueilli 15 participants pendant une journée.

Dans la circonscription de Cluses, la formation des professeurs des écoles de CM2 et de professeurs de collège a pu être maintenue, tout comme la participation au conseil école-collège du réseau d'éducation prioritaire.

5.2 Stage MATHC2+

Cette année, le rectorat, faute de budget, a proposé un seul stage. Comme toujours, l'IREM gère le budget et organise la partie "UFR", l'autre partie revenant à INRIA. Le stage s'est déroulé les 27-28 juin 2016, pour partie dans les locaux de INRIA à Montbonnot, pour partie dans ceux de l'UFR IM2AG, et a accueilli 38 élèves de seconde. L'IREM était responsable de 4 des 6 ateliers proposés. Avec 89% de "très satisfait" ou "satisfait", c'est la visite du FabLab de l'université qui a remporté le plus gros succès, mais les ateliers "sangaku" et "jeux et raisonnements mathématiques", avec 87% et 84% ne sont pas en reste.

5.3 Semaine des mathématiques

Comme tous les ans, le rectorat a demandé à l'IREM de participer à la semaine des mathématiques, évènement national qui s'est déroulé du 14 au 20 mars 2016.

L'IREM est intervenu sur Valence. Le groupe IREM a invité Emmanuel Maitre, professeur des Universités, pour une conférence de sur le thème de Maths et Sport. Les animateurs ont proposé des ateliers, notamment dans le cadre de la liaison école-collège au collège Jean Zay mais aussi à l'école élémentaire Condorcet avec une classe de sixième du collège Loubet. Indépendamment de cela, des animateurs ont proposé dans leurs établissements de nombreuses actions particulières.

6 L'IREM et la Maison pour la Science en Alpes-Dauphiné

Devant la baisse du nombre de formations disciplinaires proposées par le Plan Académique de Formation de l'Académie, les animateurs de l'IREM se sont tournés vers la Maison Pour la Science en Alpes Dauphiné (MPLS-AD), tant pour suivre des stages que pour en proposer. En effet, la coanimation qui caractérise les formations des MPLS est également le principe même des formations proposées par l'IREM. C'est ainsi qu'une formation "informatique débranchée" a été animé par le groupe "algorithmique et mathématiques" en deux fois deux jours, réunissant 35 enseignants de collège. Une formation "La découverte des satellites de Jupiter du point de vue de Peiresc", basée sur le travail du groupe "Méthodes et pratiques scientifiques" a réunit une dizaine de participants pendant une journée. Ces deux formations seront reconduites l'an prochain. La collaboration entre la MPLS-AD et l'IREM doit se développer, et promet d'être fructueuse pour les deux partenaires.

7 L'IREM et l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public)

7.1 Les régionales de l'APMEP

La journée régionale de l'APMEP s'est déroulée le 9 mars 2016, à l'ESPE. L'IREM de Grenoble était représenté avec 2 des 6 ateliers.

Atelier n°2 : Algorithmique

Animateurs : Benjamin Wack, Jean-Marc Vincent, IREM de Grenoble.

Cet atelier vise la sensibilisation à la pensée algorithmique par la manipulation d'objets concrets, jetons, ficelles, planchettes...Il permet d'introduire la notion d'algorithme sous différents aspects. Il abordera des principes utilisés pour concevoir des algorithmes (décomposition du problème, itération, récursivité ...) et illustrera un problème classique comme le tri ou le cheminement dans les graphes. Nous pourrons aussi donner un aperçu et des points vers d'autres activités du même genre.

Atelier n°5 : TetrisQuiz : un nouvel outil pour développer l'activité mentale,

Animateur : Groupe Epsilonwriter, IREM de Grenoble

Les TetrisQuiz sont des jeux sérieux qui combinent des questionnaires classiques avec une dynamique inspirée du jeu Tetris. En nous appuyant sur des expérimentations en classe, nous vous présentons différentes utilisations avec des élèves de collège (calcul mental, remédiation, musculation...). dans un second temps, vous pourrez jouer à votre tour et apprendre à créer vos propres Quiz sur les thèmes de votre choix. Apportez vos ordinateurs portables, si possible.

7.2 Les nationales de l'APMEP

Les journées nationales de l'APMEP à Laon du 17 au 20 octobre 2015 avaient pour thème : "les mathématiques, quelle histoire !". Malheureusement, aucun animateur de l'IREM de Grenoble n'a pu être présent.

8 L'IREM et le réseau des IREM

8.1 Participation aux Commissions Inter-IREM (CII)

Plusieurs animateurs participent aux CII, réunions nationales permettant à des groupes de différents IREM travaillant sur le même sujet de se rencontrer pour partager leurs recherches. Béatrice Legoupil participe à la CII Collège, Hervé Barbe à la CII Lycée, Martine Brilleaud à la CII Pop' Maths, Marc Troudet, Jérôme Capitan, Anne Jorioz, Anne-Marie Marmier à la CII Epistémologie et Histoire des maths, Denise Grenier à la CII Université et Michèle Gandit à la CORFEM. Les compte-rendus des travaux des CII sont dans le rapport d'activité des IREM.

8.2 Participation au comité de rédaction de la revue Repères IREM

Deux animateurs de l'IREM, Michèle Gandit et Antoine Leroux, participent au comité de rédaction de la revue Repères IREM. L'IREM de Grenoble est candidat pour reprendre la publication de cette revue, si les éditions Topiques souhaitent arrêter leur activité.

9 Editions

L'IREM poursuit l'édition de ses deux revues : Grand N sur l'enseignement des sciences pour les enseignants de maternelle et du primaire, et Petit x pour la formation des enseignants de mathématiques de collège et lycée. Les articles complets des anciens numéros (plus de cinq ans) de ces deux revues sont en ligne sur le site de l'IREM.

10 Diffusion des résultats et vulgarisation grand public

Les travaux de l'IREM sont diffusés largement : par des textes sur le site web de l'IREM, des publications dans des revues, actes de colloques, etc., mais aussi, comme on l'a vu, par des participations à des « commissions Inter-IREM » nationales, ou à des colloques nationaux ou internationaux sur l'enseignement des mathématiques. Cette année, le groupe "Logique et raisonnement, SiRC" a publié une brochure, "Situations de recherche pour la classe : Expérimenter, conjecturer et raisonner en mathématiques".

L'IREM a participé en 2015 à la fête de la Science, à Varcès Allières et Risset.

11 Personnel de l'IREM

11.1 Administratif

KAZANTSEV Christine, Directrice de l'IREM depuis le 1 janvier 2011, kazanc@imag.fr

BIASINI Marie-Hélène, Secrétaire de direction, Marie-Helene.Biasini@univ-grenoble-alpes.fr

PEREIRA Sylvie, gestion de la revue Grand N, des missions et de la bibliothèque, Sylvie.Pereira@univ-grenoble-alpes.fr

CHORIER Valérie, gestion de la revue Petit x, et de la bibliothèque, Valerie.Chorier@univ-grenoble-alpes.fr

Responsable du site internet de l'IREM : Benjamin Wack.

Email : Benjamin.Wack@imag.fr

11.2 Participants

ACHARD Damien	Professeur, Lycée Les Trois Sources, 26 Bourg Lès Valence
ALTHUSER Maryline	Professeur, Cité scolaire Jean Prévost, 38 Villard de Lans
BARBE Hervé	Professeur, Lycée St Jean Bosco- 74 Cluses
BERTHIER Nicolas	Professeur, Collège de l'épine, 73470 Novalaise
BESACIER Nathalie	Professeur, Collège A.Malraux, 38340 Voreppe
BICAÏS Yvan	Professeur, Collège Le Massegu – 38 Vif
BILLOUET Simon	Professeur, Collège Lucie Aubrac, Grenoble
BOISSEL Sandrine	Professeur, Ecole Ferdinand Buisson, 38 Grenoble
BONIN Yoann	Professeur, Collège Jean Zay, 26 Valence
BRILLEAUD Martine	Editions Pôle, Paris
BROBECKER Alain	Professeur, Lycee Marie Curie, 38 Echiroles
BROIN Pauline	Professeur, Ecole Clémenceau, 38 Grenoble
BUAT-MENARD Valentin	Professeur, Collège du bas chablais, 74 Douvaine,
BUHMANN Martin	Professeur, Université de Giessen, Allemagne
BOUETIER Luc	Professeur, Lycée Camille Vernet – 26 Valence
CAPITAN Jerome	Professeur, Collège Francois Truffaut, 38080 L'Isle D'abeau
CERDAN Didier	Maitre Formateur, Ecole Léo Lagrange, 26 Valence
CHARLOT Grégoire	Maître de conférences, Institut Fourier – 38 Grenoble
CHARTON Jérôme	Professeur, Collège Andre Malraux 38340 Voreppe
CHATELON David	Professeur, Collège de l'Isle – 38 Vienne
CLEMENCEAU Virginie	Professeur, Collège Daniel Faucher -26 Lorient sur Drôme
COLINET Patrick	Professeur, Ecole des Ewues 2 Cluses
COLOMBET Aubry	Professeur, Lycée du Dauphiné à Romans sur Isere
CORDEIL Baptiste	Professeur, Institution Saint Victor 26 Valence
CRAIGHERO Anne	Professeur, Externat Notre Dame, Grenoble
CROSET Marie-Caroline	PRAG, ESPE Grenoble
DARRACQ Marie-Cecile	PRAG, UFR IM2AG, 26 Valence
DECAUWERT Monique	Maître de conférences retraité, UGA– 38 Grenoble
DEWYSPELAERE Stephanie	Professeur, Collège du Mont des Princes 74 Seyssel
DIVISIA Anne	Professeur, Ecole élémentaire Bizanet 38 Grenoble
DROUIN Nathalie	Professeur, Ecole élémentaire Condorcet, 26 Valence
ESSONNIER Nataly	Formatrice Math-Sciences physiques, Savoie

FAYARD Helene	Professeur, Collège des 6 vallées, Bourg d'Oisans
GALLOT Sylvestre	Professeur des Universités retraité, Institut Fourier – 38 Grenoble
GANDIT Michèle	PRAG ESPE de Grenoble
GARAT Philippe	Maître de conférences, IUT2/STID, UPMF – 38 Grenoble
GENEVES Bernard	PRAG, UFR IM2AG – LIG – 38 Grenoble
GEOFFROY Claire	Professeur, Collège Chartreuse, 38 St Martin le Vinoux
GEZER Tarkan	INSA LYON, 69 Lyon
GIROD Florent	Professeur, Externat Notre-Dame, 38 Grenoble
GRENIER Denise	Maître de conférences, UFR IM2AG, Institut Fourier – 38 Grenoble
HAMZE Hélène	Professeur, Ecole Les Frênes ; Grenoble
HERMON-DUC Brigitte	Conseillère pédagogique de circonscription, Valence
JACQUEMOUD Damien	Professeur, Collège Anthonioz-De Gaulle, 74 Cluses
JOLIBOIS Brigitte	Professeur, Collège Rondeaux-Montfleury, Corenc
JOLLET Ludovic	Professeur, Collège La Pierre Aiguille – 38 Le Touvet
JORIOZ Anne-Marie	Professeur, Collège Le Beaufortain, 73 Beaufort sur Doron
KAZANTSEV Christine	Maître de conférences, UFR IM2AG, LJK– 38 Grenoble
LACOLLE Bernard	Professeur des universités retraité, UFR IM2AG – LJK – 38 Grenoble
LECORRE Thomas	Professeur, Lycée Elie Cartan - 38 La Tour du Pin
LEGOUPIL Béatrice	Professeur, Collège Daniel Faucher -26 Lorient sur Drôme
LEGRAND Marc	Maître de conférences retraité, UJF– 38 Grenoble
LEROUX Antoine	Professeur, Collège Le Guillon – 38 Pont de Beauvoisin
LETUE Frédérique	Maître de conférences, IUT2/STID, UPMF, 38 Grenoble
MARMIER Anne-Marie	Professeur retraitée, Université de Lille
MAROUZE Béatrice	Professeur, Collège Anthonioz-De Gaulle, 74 Cluses
MASTROT Géraldine	Professeur, Ecole Marcel Cachin ; Echirolles
MEILHAN Jean-Baptiste	Maître de conférences, Institut Fourier, UGA Grenoble
MEYER Thomas	Professeur, Collège Gérard Philippe, 38 Fontaine
MICHEL Philippe	Professeur, Lycée d'Altitude, 05 Briançon
MORALES Alice	Professeur, Collège Fernand Léger – 38 ST Martin d'Hères
MOUNIER Gilles	Professeur retraité, Lycée Champollion – 38 Grenoble
NGUYEN Isabelle	Professeur, Collège Grange , Seyssuel.
NICAUD Jean-François	Retraité, UJF, Grenoble
NODET Maelle	Maître de conférences, LJK, UGA Grenoble
PES Caroline	Professeur, Collège Jovet, 73210 Aime
PETIT Céline	Professeur, Groupe Scolaire Jules Ferry, 38 Grenoble
PROAL Hubert	Professeur, Lycée d'Altitude, 05 Briançon
QUEMA Emilie	Professeur, Collège Fantin Latour, 38 Grenoble
RACINE Christophe	Professeur, Lycée des Métiers de l'Hôtellerie et du Tourisme, 38 Grenoble
RASSE Anne	Maître de conférences, UGA Grenoble
ROMBALDI Jean-Etienne	PRAG, UFR IM2AG, 38 Grenoble
ROSSI Anne-Laure	Professeur des Ecoles, Ecole Primaire, 74 Magland,
ROULOT Xavier-Vincent	Professeur, Collège de l'Isle – 38 Vienne
SALMON Jean-Christophe	Professeur, Collège Anthonioz-De Gaulle, 74 Cluses
SAUTARD Laurent	Maitre-Formateur, Ecole Léo Lagrange, 26 Valence
SERRE Clara	Professeur, Collège Anthonioz de Gaulle, 74 Cluses
SORLI David	Professeur, Ecole Léo Lagrange, 26 Valence
TRGALOVA Jana	Maître de conférences, Université Lyon 1
TROUDET Marc	Professeur, Collège de l'Isle – 38 Venne
VINCENT Jean-Marc	Maître de conférences, UFR IM2AG, LIG, 38 Grenoble
VUIDEZ Christophe	Ingénieur
WACK Benjamin	PRAG,UFR IM2AG, 38 Grenoble
WALES Veronique	Professeur, Collège Bayard, Grenoble

11.3 Présentation des groupes

- Groupe « Algorithmique »
 - Responsable : Benjamin Wack
 - Nombre de participants : 7
 - Le groupe s'intéresse à l'informatique sous toutes ses formes dans les programmes du secondaire, voire du primaire. L'accent actuellement est mis sur le volet Algorithmique et Programmation des programmes de cycle 4, en mathématiques mais aussi en technologie. Parallèlement, le groupe construit et diffuse des activités d'informatique débranchée, adaptées à la fois à l'enseignement et à des situations de vulgarisation.

- Groupe « Histoire des mathématiques : la Mésopotamie »
 - Responsable : Alice Morales
 - Nombre de participants : 7
 - Nous avons terminé les expérimentations et la rédaction de la brochure niveau 4ème, 3ème et 2nde. Nous avons commencé la préparation du Colloque de la CII épistémologie et histoire et la réflexion sur notre participation au livre pour le cycle 3 de la CII.

- Groupe « Le débat scientifique en classe »
 - Responsable : Thomas Lecorre
 - Nombre de participants : 4
 - Deux types d'action sont développés. D'abord un double volet de recherche : réflexions d'ordre épistémologique, cognitif, psycho-affectif, social et éthique sur les difficultés et incidences du « débat scientifique dans une classe ou un amphi » et expérimentations de « débats scientifiques » à différents niveaux du secondaire et du supérieur pour observer dans quelle mesure ce type de débat mène ou non le groupe des élèves vers des pratiques intellectuelles qui permettent à beaucoup d'accéder à une compréhension plus profonde des savoirs conceptuels et abstraits.
Le deuxième volet correspond aux actions de diffusion de cette recherche : réalisation de textes, conférences et stages qui ont pour objet de partager des pratiques de « débat pour comprendre en cherchant à se comprendre » avec des collègues qui souhaitent accorder davantage leurs pratiques scolaires aux principes et méthodes de la science.

- Groupe « Animations mathématiques »
 - Responsable : Alain Brobecker
 - Nombre de participants : 5
 - ce groupe travaille à la production d'animation pour les différentes fêtes de la science et autres, en lien avec les mallettes empruntables par tout enseignant de l'académie et avec le projet de Grange des Maths sur la commune de Varcis Allières et Risset.

- Groupe « Histoire des mathématiques : Géométrie pratique avec instruments de mesure anciens »
 - Responsable : Marc Troudet
 - Nombre de participants : 3
 - Notre groupe propose en cycles 3 et 4 des séances de géométrie pratique sur le terrain, au cours desquelles nos élèves manipulent des graphomètres et des équerres d'arpenteur. Mesurer la hauteur d'un bâtiment ou la largeur d'un fleuve, lever le plan d'une cour, réaliser la reconstitution 3D d'un bâtiment en mathématiques et technologie sont des exemples de problèmes résolus par manipulation de ces instruments.

- Groupe « Géométries non euclidiennes »
 - Responsable : Bernard Genevès
 - Nombre de participants : 3

- Le groupe "géométrie non-euclidienne" a produit un texte de 40 pages et 65 figures 3D, sur un ancien problème résolu par Archimède, l'aire de la sphère. Le texte comporte des démonstrations accessibles au niveau collège-lycée, et vise les enseignants de collège et lycée. La méthode procède par encadrements d'une partie de sphère entre des empilements de troncs de cônes. L'originalité est l'absence de calcul différentiel et de trigonométrie dans la démarche.
- Groupe « Raisonnement, Logique et Preuve »
 - Responsable : Denise Grenier
 - Nombre de participants : 6
 - Étude de « situations de recherche » pour le collège et le lycée. Expérimentations dans des classes de plusieurs situations de recherche. Construction et étude de nouvelles situations. Rédaction, finalisation et publication de la brochure IREM « Situations de recherche pour la classe : Expérimenter, conjecturer et raisonner en mathématiques », résultat de plusieurs années de travail de groupe.
- Groupe « Méthodes et Pratiques Scientifiques »
 - Responsable : Michèle Gandit
 - Nombre de participants : 3
 - Poursuite du travail d'expérimentation en classe de seconde, option MPS, sur le thème des avalanches, sur toute une année scolaire. Un article pour Repères-IREM est en préparation. Préparation et réalisation d'une journée de formation sur le thème de la découverte des satellites de Jupiter vue par Peiresc, dans le cadre de la Maison Pour La Science en Alpes-Dauphiné.
- Groupe « Enseignements Pratiques interdisciplinaires »
 - Responsable : Philippe Garat, Frédérique Letué et Maelle Nodet
 - Nombre de participants : 11
 - Les EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires) sont introduits au collège (cycle 4) à partir de la rentrée 2016. Pour faire simple il s'agit de projets interdisciplinaires dans lesquels chaque discipline aborde les points du programme de son choix. Autrement dit, les EPI ne sont pas des projets "bonus" de réutilisation de connaissances acquises mais bien des occasions de découvertes pédagogiques, et sont pris sur les heures disciplinaires. Le groupe EPI est constitué de trois enseignants-chercheurs et huit enseignants du secondaire. Nous avons dans un premier temps travaillé sur la compréhension des contours de ces EPI, sur les attentes du ministère et du rectorat, sur les nouveaux programmes. Ensuite, nous nous sommes partagés en trois sous-groupes et nous avons travaillé afin de proposer des projets d'EPI. Au final nous avons proposé quatre projets : La ville, Sondages et élections, Glaciers, Phénomènes météo et climatiques. Un certain nombre d'autres idées sont dans l'incubateur pour l'an prochain.
- Groupe « Liaison Primaire-collège, Valence »
 - Responsable : Marie-Cécile Darracq
 - Nombre de participants : 8
 - Avec comme objectif la mise en place d'un stage « mixte » PAF/PDF sur le thème « Comment faire vivre le cycle 3 en Mathématiques ? », nous avons travaillé sur de nouveaux problèmes à prise d'initiatives et sur les dispositifs d'étayage nécessaires à la prise en compte de tous les élèves. Ces nouvelles tâches complexes sont « la fête de famille » et « la clôture ». Ces tâches complexes avec celle de l'an dernier « les glaces » ont permis de faire vivre le cycle 3 en mathématiques sur deux secteurs de collège, Lorient et Portes les Valence (16 classes de CM1-CM2 et les classes de sixième des deux collèges). Ces situations ont permis d'aboutir à un échange de productions d'élèves. Nous avons également animé des ateliers pendant la semaine des maths, notamment dans le cadre de la liaison école-collège au collège Jean Zay mais aussi à l'école élémentaire Condorcet avec une classe de sixième du collège Loubet.
- Groupe « Liaison Primaire-collège, Bonneville »

- Responsable : Damien Jacquemoud
- Nombre de participants : 7
- Le groupe IREM de Bonneville a pour objectif de permettre des échanges entre des classes de CM2 et 6e grâce à la recherche de problèmes dans le cadre de la classe, d'un environnement informatique comme un forum ou lors de rallyes maths. Il est particulièrement actif sur la circonscription de Cluses et participe au conseil école collège du réseau d'éducation prioritaire. Ce groupe s'intéresse aussi aux difficultés d'enseigner la notion de nombre décimal et intervient sur les circonscriptions pour des formations ainsi qu'à l'ESPE de Bonneville auprès des 200 étudiants du M2 MEEF PE pour le TD sur la construction du nombre au cycle 3.

- Groupe « Liaison Lycée-université, Valence »
 - Responsable : Jean-Etienne Rombaldi
 - Nombre de participants : 3
 - Compléments de cours sous forme de problèmes. L'objectif principal de ce travail est de montrer aux élèves qui se destinent à des études scientifiques dans le supérieur les exigences mathématiques que l'on attendra d'eux l'année qui suit leur bac. Nous présentons deux problèmes qui utilisent des notions à la marge du programme de terminale scientifique. L'un tournant autour du théorème de Fermat et des nombres de Carmichael, l'autre autour du théorème de Rolle et quelques applications. Nous avons voulu insister sur l'idée légitime qu'en mathématiques on travaille à partir d'axiomes, définitions et théorèmes, le tout avec le maximum de rigueur. Ces exigences de précision et de rigueur sont parfois difficiles à respecter au vu des notions qui apparaissent dans les programmes actuels : par exemple, il est intéressant de démontrer le résultat essentiel en analyse réelle qui lie les variations d'une fonction dérivable au signe de sa dérivée.

- Groupe « Primaire, Grenoble »
 - Responsable : Marie-Caroline Croset
 - Nombre de participants : 5
 - Notre réflexion a porté sur l'enseignement de la numération décimale de position depuis le CP jusqu'au collège, dont la maîtrise conditionne l'apprentissage et la compréhension d'autres champs mathématiques : calcul, mesures de grandeurs... Des études en didactique et les nouveaux programmes rappellent l'importance de la prise en charge de l'aspect décimal de la numération qui régit les relations entre les unités. Une des questions posées au sein de notre groupe IREM a donc été : comment prendre en charge en classe de CP l'aspect décimal de la numération ? Notre réflexion a abouti à expérimenter dans une classe de CP une activité ritualisée. Cette activité s'appuie sur un dispositif pédagogique utilisé par de nombreux enseignants : le dénombrement des jours d'école, surnommé parfois « Chaque jour compte ». Ce dispositif est parfois réduit à atteindre le 100e jour d'école alors qu'il peut permettre de répondre de manière assez complète aux objectifs d'apprentissage portant sur la numération décimale. Un article est en cours de rédaction.

- Groupe « Algèbre élémentaire dynamique, Grenoble et Lyon »
 - Responsable : Michèle Gandit
 - Nombre de participants : 5
 - Le groupe a travaillé sur deux thématiques, liées à l'utilisation du logiciel Epsilonwriter, au niveau des cycles 3 et 4 : d'une part, le développement et la mise en œuvre de TQuiz, qui sont des jeux sérieux combinant des questionnaires et une dynamique inspirée du jeu Tétris ; d'autre part, sur le développement et les premières expérimentations d'un livre numérique destiné à la construction de la pensée algébrique. Rencontre avec le groupe Algèbre de l'IREM de Lyon. Proposition de deux ateliers aux journées nationales de l'APMEP. Préparation d'un article pour Repères-IREM.

12 Compte-rendu des activités des groupes

Dans les pages suivantes, nous présentons un compte-rendu des activités en cours de chaque groupe. Des rapports détaillés des travaux finis se trouvent sur les pages internet de l'IREM en lien avec le groupe concerné.

12.1 Groupe « Algorithmique »

Le groupe réunit des enseignants de collège et de lycée, ainsi que des enseignants de l'Université dans les domaines des mathématiques, mathématiques appliquées et informatique.

Les participants 2015/2016 ont été : Maryline Althuser, Hervé Barbe, Simon Billouet, Bernard Lacolle, Anne Rasse, Jean-Marc Vincent et Benjamin Wack.

Le groupe de travail s'est organisé comme suit :

1. travail en groupe lors des journées IREM, environ un vendredi tous les quinze jours ;
2. réalisation de 2 journées d'action, référencées à la fois dans le Plan Académique de Formation et dans le cadre de la Maison Pour la Science Alpes-Dauphiné ;
3. formation de formateurs pour l'introduction de l'algorithmique au collège ;
4. participation à différentes animations dans le cadre des stages MathC2+ et du programme « 100parrains/100classes » de l'UGA.

Des représentants du groupe ont participé aux deux regroupements IREM de novembre 2015 et juin 2016 ; une activité a été proposée par le groupe aux autres animateurs lors du regroupement de juin.

12.1.1 Le groupe de travail IREM

L'introduction de l'algorithmique et de l'informatique dans les programmes de cycles 3 et 4 à partir de la rentrée 2016 a conduit le groupe à s'intéresser de près à l'enseignement de l'informatique au collège, et en particulier à l'exploitation du logiciel Scratch.

Parallèlement, un gros travail de mise en forme d'activités algorithmiques manuelles (ou Informatique Débranchée) existantes (Chemins Eulériens, Tri de crêpes, Cargo-Bot...) et de mise au point de nouvelles activités (Télé-Vision, Ghostbusters) a été réalisé. Même si ces activités sont exploitables à tous niveaux scolaires et dans des actions de vulgarisation, elles se révèlent en plus bien adaptées aux besoins du collège et aux moyens dont disposent les enseignants.

12.1.2 Les actions à la Maison Pour la Science Alpes-Dauphiné

Cadre institutionnel Les actions MPLS suivent un format précis : intervention d'un scientifique universitaire et d'un formateur du second degré, coanimation et mise en situation de recherche des stagiaires. Il est apparu assez rapidement que cette façon de fonctionner était plutôt naturelle pour un groupe de travail de l'IREM, nous avons donc adopté facilement la démarche requise.

Ces journées de formation figurent également au Plan Académique de Formation, ce qui assure leur visibilité auprès des enseignants de collège, mais impose parfois des contraintes de présentation ou de logistique supplémentaire.

Par ailleurs, elles sont en théorie ouvertes aux enseignants du premier degré, mais en pratique ceux-ci sont peu informés, et de toute façon très rarement déchargés de cours pour suivre des stages. Une réflexion est en cours avec les IEN afin de permettre aux professeurs des écoles d'accéder plus facilement à ces stages.

Le premier stage s'est déroulé à l'UFR IM2AG en novembre (25 participants), le second à l'ESPE de Valence en avril (10 participants).

Contenus Notre proposition d'action a porté sur l'informatique débranchée, qui nous semblait fidèle aux pratiques défendues par la Main à la Pâte, tout en fournissant des contenus correspondant à de vrais besoins des enseignants du secondaire, et en particulier du collège.

Nous avons sélectionné une série d'activités balayant un large spectre de la science informatique : écriture d'un algorithme, résolution de problèmes, démonstration constructive, récursivité, langage de programmation.

Pour la plupart de ces activités, nous disposions déjà du matériel pour les animer en petit groupe. La conception de cette journée de formation pour un groupe plus important, et le souci de permettre à chacun des participants de refaire les activités dans ses classes, nous a conduit à adapter ce matériel pour passer à une échelle supérieure, et pour le diffuser plus facilement sous forme numérique. Par ailleurs, nous avons dans chaque cas rédigé une fiche élève, un scénario pour l'enseignant et une fiche scientifique, ce qui contribue également à la diffusion de ces activités.

Bilan Dès la première action, et comme nous nous en doutions, il s'est avéré que le facteur limitant était le temps : sur une journée de 6 heures, si on veut permettre aux participants de vivre les activités, de leur fournir un apport scientifique et d'en débattre ensemble, il est impossible de réaliser plus de 3 activités distinctes (nous en avions prévu 4 initialement).

Les retours des stagiaires ont été très positifs, tant sur le plan du développement professionnel que pour une mise en place en classe. La demande la plus notable a été de prolonger cette action, et donc il est prévu pour 2016-17 de prolonger la formation par une seconde journée.

12.1.3 Formations Algorithmique au Collège

Cadre et modalités La mise en œuvre massive des programmes de cycle 2, 3 et 4 en septembre 2016 a conduit l'éducation nationale à mettre en place une formation tout aussi massive des enseignants durant l'année 2015-2016. En mathématiques et technologie en particulier, il était nécessaire de former tous les enseignants de collège (1700 sur l'académie de Grenoble), ce que permettaient 2 des jours de formation au numérique prévus pour tous les enseignants.

La demande du rectorat auprès du groupe IREM était donc double :

- d'une part, construire cette formation (hybride : 6h de formation à distance + 6h de formation en présence) ;
- d'autre part, former 25 formateurs qui se répartiraient ensuite les formations en présence et le tutorat à distance (pour un total d'environ 75 groupes).

Nous avons pour cela collaboré avec quelques collègues du secondaire qui avaient déjà expérimenté des séances d'algorithmique dans leurs classes de collège. Ces échanges ont été dans l'ensemble riches et fructueux, et nous ont permis de consolider notre réseau d'enseignants intéressés par l'algorithmique au sein de l'académie.

On notera que le calendrier était ici particulièrement serré :

- première prise de contact du rectorat fin octobre
- publication des programmes officiels fin novembre
- ouverture du parcours Magistère aux futurs formateurs mi décembre
- formations des formateurs en présentiel fin janvier et début février
- formations des enseignants de collège de mi avril à fin mai

Parcours de formation hybride Nous avons donc à nouveau conçu un parcours Magistère qui permettrait à chaque enseignant d'acquérir les bases de l'algorithmique et de la programmation, que nous avons fait vivre en premier lieu aux futurs formateurs.

Nous avons également effectué un travail de sélection et de mise au point d'activités adaptées à l'apprentissage de ces disciplines au collège. Diverses ressources existaient déjà mais n'étaient pas forcément prévues pour le cycle 4, étant donné les courts délais entre la publication des programmes et leur date de mise en œuvre.

Nous avons enfin initié un travail sur la pédagogie de projet, véritable nouveauté dans les méthodes de travail des enseignants, et qui nous permettait également de ne pas centrer complètement ces formations sur la technicité de l'outil Scratch.

Formation des formateurs L'objectif de la formation des formateurs était double : s'assurer qu'ils maîtrisaient les contenus concernés (et en particulier les mettre suffisamment à l'aise avec l'outil Scratch) ; et leur donner les bases pour animer une formation à distance, la plupart d'entre eux étant débutants en la matière.

Le fait d'avoir conçu et de leur avoir proposé la formation hybride qu'ils auraient ensuite à dispenser a bien rempli le premier objectif, tout en leur fournissant un outil de formation clés en main. On pourra regretter que certains des formateurs n'aient pas pu prendre beaucoup de recul (vis-à-vis de la technicité de Scratch notamment), mais les délais imposés ne permettaient probablement pas de faire mieux.

L'initiation des formateurs à l'utilisation de Magistère et au rôle de tuteur a été principalement assurée par les services de la DAAF, en particulier Eric Gillon. Cependant, sachant que cette formation ne pourrait être que minimale, nous avons aussi conçu le parcours hybride pour qu'il ne demande pas une expertise d'animation particulière (pas de session synchrone à distance par exemple).

Retours des formations auprès des enseignants de collège Plusieurs formateurs nous ont fait des retours au fur et à mesure des stages, via les forums de Magistère ou lors de rencontres formelles et informelles. Outre leur surprise devant l'investissement que pouvait demander une telle formation, tous nous ont dit que l'outil de formation que nous leur avons proposé avait été bien apprécié, que ce soit par eux ou par les groupes d'enseignants dont ils avaient la charge.

Inévitablement, certains formateurs ont été confrontés à certaines réactions hostiles lors des formations : ras-le-bol des 8 journées de formations imposées durant l'année ; appréhensions autour de contenus inédits dans les programmes ; méfiance envers le numérique en général ; difficultés liées au caractère hybride de la formation... Il semble cependant que la formation ait suffi à lever une partie de ces appréhensions.

Mentionnons enfin un autre indicateur de satisfaction. Il est prévu que ces formations se poursuivent à l'automne 2016 ; sur les 20 formateurs formés en mathématiques, seuls 5 se sont désistés pour des raisons diverses, et les 15 autres ont confirmé vouloir poursuivre le travail entamé au printemps,

12.1.4 Autres activités, vulgarisation

Nous avons animé un atelier « Informatique débranchée » lors de la journée régionale de l'APMEP. La durée de l'atelier ne permettait pas d'approfondir vraiment le sujet, nous avons donc pris le parti de faire essayer rapidement plusieurs activités à chaque participant, pour leur donner l'envie de chercher plus de renseignements et de se former sur cette thématique.

Bernard Lacolle et Maryline Althuser ont organisé des séances autour de l'algorithmique dans des classes du lycée et du collège de Villard-de-Lans, dans le cadre du programme « 100parrains/100classes » de l'UGA. Cédric Lauradoux, avec lequel nous avons collaboré au sein de la MPLS et plus généralement autour des questions d'informatique débranchée, est également intervenu à Villard-de-Lans.

Enfin, nous avons à nouveau été sollicités pour les stages MathC2+, proposés par le rectorat à des élèves de collège et de lycée dans les locaux de l'UFR IM2AG et de l'INRIA Montbonnot. Nous y avons mis en place diverses activités proches des travaux du groupe :

- sciences manuelles du numérique, animées entre autres par Jean-Marc Vincent : ghostbusters, Télé-vision
- dessin vectoriel, animé par Maryline Althuser et Benjamin Wack : explication du format SVG, application aux Sangaku et enfin réalisation en partenariat avec le FabLab

12.2 Groupe « Histoire des mathématiques : La Mésopotamie »

Membres du groupe :

Nicolas BERTHIER	enseignant, titulaire remplaçant
Jerome CAPITAN	enseignant, collègue F. Truffaut, L'Isle d'Abeau
Ludovic JOLLET	enseignant, Collège La Pierre Aiguille – 38 Le Touvet
Anne-Marie JORIOZ	enseignant, collègue Le Beaufortain, Beaufort sur Doron
Anne-Marie MARMIER	maitre de conférences, retraitée
Jean-Baptiste MEILHAN	maitre de conférences, Institut Fourier, UGA, Grenoble
Alice MORALES	enseignante, collègue Fernand Léger, Saint Martin d'Hères
Christophe RACINE	enseignant, Lycée des Métiers de l'hôtellerie et du tourisme, Grenoble

12.2.1 Thèmes et objectifs

Cette année, notre groupe a préparé et animé un stage de deux jours en présentiel dans le cadre de la formation continue de l'Académie de Grenoble. Il a également poursuivi le travail de rédaction de la brochure « Les Mathématiques en Mésopotamie » pour les niveaux 4èmes, 3èmes et lycée et expérimenté les activités associées. Notre groupe a, de plus, commencé la préparation du XXII Colloque de la CII « Epistémologie et Histoire des Mathématiques » prévu en juin 2017 à Grenoble.

Enfin, une réflexion sur la participation du groupe à la rédaction d'un livre de la CII, au niveau du cycle 3, a été menée : celle-ci a conduit à une proposition d'un thème de travail en vue de l'élaboration d'un chapitre de ce livre.

1. Stage PAF : « Résolution des problèmes – Approche historique »

Ce stage a pour objectif d'introduire une perspective historique dans l'enseignement des mathématiques et montrer son intérêt dans les apprentissages des élèves au travers de la résolution de problèmes.

Au cours de ces journées de formation, nous avons ainsi abordé l'évolution de trois thèmes dans l'histoire des mathématiques : les nombres, les aires et les équations. L'évolution de la notion de démonstration avec la problématique sous-jacente entre monstration et démonstration a également été mise en évidence et explicitée.

Par ailleurs, une réflexion épistémologique a été menée avec les stagiaires : le pourquoi et le comment peut-on introduire l'histoire des mathématiques dans l'enseignement du second degré, a été au centre des débats.

Les retours des stagiaires ont été très positifs : plus de la moitié des présents ont testé en classe les activités que nous leur avons mises à disposition. Ainsi plus de 360 élèves de l'académie ont fait un travail d'histoire des mathématiques de 1h ou 2h : ils ont également trouvé ce travail passionnant.

2. Au niveau 4ème – 3ème – lycée

– Le théorème de Pythagore

L'ensemble des activités liées à ce théorème, on parlera plutôt de la « règle de Pythagore », a été rédigée.

Une partie d'entre elles a été expérimentée en classe de 4ème.

– Construction des triplets pythagoriciens et babyloniens

Ces activités ont été testées en 4ème.

– Equations du second degré

Nous avons testé à deux reprises en 2nde l'ensemble des exercices et procéder aux modifications nécessaires afin de rendre la démarche géométrique de résolution accessible.

3. Livre CII cycle 3

– D'après le CFEM : Pour une réflexion sereine sur les résultats en mathématiques de l'évaluation en début de CE2, à propos de l'apprentissage des nombres et du calcul.

Suite aux évaluations de la DEPP « l'évolution des acquis des élèves en début de CE2 entre 1999 et

2013 » un constat qui cache la forêt : « des progrès significatifs pour la soustraction mais davantage de difficultés face à des problèmes numériques ».

(a) Analyse

L'argumentation selon laquelle la baisse des résultats en mathématiques serait due à un changement dans l'approche des nombres au cours des 30 dernières années mériterait d'être examinée et discutée, de manière approfondie. Pouvait-on s'attendre à un autre résultat dans la mesure où les programmes 2008 furent largement interprétés comme un encouragement à l'acquisition précoce des mécanismes opératoires, au détriment sans doute d'autres aspects de l'enseignement des mathématiques au cycle 2 ?

(b) Perspectives

Il est vrai qu'un enseignement des nombres réduit à l'apprentissage et à la mémorisation de la comptine numérique serait source de problèmes. Connaître la comptine n'est pas un gage de compréhension du nombre. Le comptage est bien sûr une procédure de dénombrement possible. Nous l'utilisons journalièrement. Mais son usage par imitation, sous forme de comptine, ne garantit en rien son opérationnalité. Le travail sur ce code (numération) ne commence qu'au CP. C'est un enjeu majeur du cycle 2.

La construction du nombre se poursuit tout au long de la scolarité obligatoire. L'étude des opérations arithmétiques prend appui sur une bonne compréhension de la numération. Les élèves en difficulté élective sur les opérations sont pratiquement toujours des élèves qui ne se sont pas appropriés le principe de la numération décimale de position.

(c) Proposition

Participer à la construction du sens de la numération et des différentes opérations arithmétiques. Connaître les nombres c'est « savoir les écrire et les nommer », comprendre la valeur des chiffres en fonction de leur rang. Ils devraient les éclairer sur le fait que les connaissances se construisent en réseau, sur un temps long et de façon spiralaire.

– Participation de notre groupe

– Proposition de thème

Bien que, en apparence, la numération soit au cœur des apprentissages du cycle 2 le concept du nombre se construit tout au long de la scolarité. Ceci est notamment rappelé dans les nouveaux programmes (novembre 2015) du cycle 3.

Notre groupe a l'expérience de l'intérêt de travailler en base 60 en 6ème. Les travaux liés à cette base ont déjà fait l'objet d'une publication : ils pourraient, en partie, figurer dans le livre, selon des modalités à réfléchir.

D'autres changements de base sont à explorer : la base 20 présente, jusqu'à aujourd'hui, dans le vocabulaire des langues amérindiennes (Mexique, Jivaros, ...) et la base 5 (Nouvelle Papouasie-Guinée). Il semble également intéressant d'étudier le rôle d'auxiliaire que joue la base 5 dans certaines numérations anciennes (Maya, Chine, Etrusques, ...).

Comme la base 60 a déjà été expérimentée en 6ème sur un très grand nombre d'élèves nous pourrions construire et expérimenter des activités sur les bases 5 et 20. Nous souhaiterions donner, dans ces activités, une place importante à la manipulation et au langage.

– Organisation

Plusieurs réunions de travail avec l'ensemble des groupes IREM, impliqués dans l'écriture de ce livre, sont prévues au cours de l'année prochaine. Notre groupe aura ainsi à proposer une première analyse historique ainsi qu'un protocole d'expérimentations à mettre en œuvre pendant le premier semestre

2017.

4. Colloque juin 2017

Notre groupe constitue, avec la directrice et les trois secrétaires de l'IREM, le comité d'organisation local du prochain colloque de la CII « Epistémologie et Histoire des Mathématiques », qui aura lieu sur le campus de l'université Grenoble Alpes les vendredi 2 et samedi 3 juin 2017. L'intitulé précis du colloque est « Mathématiques récréatives, combinatoires et algorithmiques : éclairages historiques et épistémologiques ». Le groupe participe ainsi à la mise en place du programme scientifique du colloque (conférences grand public, exposés, ateliers, installations) et gère tous les aspects logistiques : recherche de fonds, de locaux, de logements, de solutions de restauration (déjeuners, pauses), organisation du diner de conférence, affiche, etc.

Plusieurs aspects logistiques ont déjà été traités, et d'autres sont en cours de traitement, mais l'organisation de ce colloque prendra encore certainement une part importante dans les activités du groupe l'an prochain.

12.2.2 Participations et Interventions

- Un stage PAF « Résolution de problèmes et approche historique » (à Grenoble, deux jours en présentiel).
- Trois journées CII - Epistémologie et Histoire des Mathématiques - à Paris (Décembre 2015 - Mars 2016 - Mai 2016).

12.2.3 Perspectives pour l'année 2016/2017

- Publier la brochure de niveaux 4ème– 3ème– lycée.
- Etudier, dans une perspective historique, les bases 5 et 20 ; rédiger et tester des activités, de niveau cycle 3, en lien avec ces bases.
- Poursuivre la préparation du colloque de la CII « Epistémologie et Histoire des mathématiques ».
- Animer le stage « Résolution de problèmes et approche historique » inscrit au PAF : un site de l'Académie de Grenoble est retenu (Valence), deux journées sont prévues.
- Commencer enfin notre initiation aux mathématiques chinoises.

12.3 Groupe « Débat scientifique en classe »

Participants 2015/2016 : Grégoire Charlot, Thomas Lecorre, Marc Legrand, Antoine Leroux.

12.3.1 Introduction

Le groupe poursuit ses recherches d'un côté sur les apports didactiques que le mode d'échange du « débat scientifique des élèves sur les savoirs du cours » permet dans une classe ou un amphi, et d'un autre côté sur les moyens de communiquer ce type de pratiques pédagogiques aux enseignants qui le souhaitent.

12.3.2 Contexte des recherches menées dans ce groupe

Les expérimentations que nous avons menées depuis de nombreuses années à tous les niveaux du secondaire comme du supérieur montrent qu'utilisés assez régulièrement pour aborder les points les plus délicats du programme, ces « débats d'élèves très singuliers » deviennent assez rapidement de plus en plus « scientifiques » et provoquent un très réel approfondissement sur le sens et la portée des savoirs théoriques par la grande majorité des élèves du groupe classe ou amphi.

Au bout d'un mois ou deux, les élèves ne débattent plus du tout de la même façon : les arguments de preuve sont de plus en plus solides, la consistance épistémologique des échanges devient par moments « impressionnante », beaucoup d'élèves deviennent capables de choisir spontanément parmi plusieurs propositions voisines celles qui sont les plus consistantes (analyse épistémologique des propositions dont habituellement la plupart des élèves/étudiants se révèlent incapables même à des niveaux très élevés d'enseignement).

Les observations d'une « même situation de débat » menées avec différents groupes d'élèves et de professeurs ont tendance à montrer que, bien organisé par le professeur, ce procédé didactique est robuste : si le contrat didactique est clair et que le professeur arrive à tenir son rôle délicat, quasiment tous les groupes d'élèves se mettent à jouer un réel jeu scientifique en classe et manifestent alors une créativité et une intelligence insoupçonnables vu le comportement très conformiste et passif qu'ils adoptent d'habitude quand ils ne sont pas placés dans de telles positions de responsabilité intellectuelle.

Ces mêmes observations montrent par contre que ce processus est fragile pendant la période où le professeur doit apprendre un « nouveau métier », car il doit modifier en profondeur ses conceptions sur le savoir et sur ce qui va permettre à « tout » élève - et pas seulement aux « très bons » - d'apprendre en profondeur par adaptation à la rationalité de la discipline.

Ainsi, quelles que soient ses qualités pédagogiques, le professeur (jeune et plus encore chevronné) qui veut exploiter ce « débat scientifique des élèves » pour enseigner ce qui est complexe et abstrait doit se modifier en profondeur et suffisamment vite pour pouvoir de façon quasi instinctive à la fois s'adapter à la richesse et la variabilité des propositions des élèves et pouvoir aussi assumer son rôle de « maître » : choisir à chaud dans la foulée parmi les possibilités qui s'offrent à lui, celles qui valent la peine d'être discutées longuement car leur bonne compréhension collective fera faire un bond en avant épistémologique durable au groupe classe ou amphi, et celles qui peuvent par contre être traitées beaucoup plus sobrement comme il a coutume de le faire, car elles ne se présentent pas comme de vrais obstacles épistémologiques.

Cela veut dire en particulier que ce « nouveau professeur » arrive à changer de mode didactique et sait faire accepter à ses élèves des changements de contrat assez radicaux :

« A certains moments, vous « élèves », assumez la totalité de la responsabilité intellectuelle sur le pertinent et le vrai, et moi je me mets en retrait sur le fond pour que vous puissiez assumer vos responsabilités intellectuelles

afin de mieux comprendre ce qui est difficile, et à d'autres moments je reprends cette responsabilité intellectuelle sur le pertinent et le vrai pour qu'on aille plus vite sur ce qui ne pose pas de gros problèmes de compréhension.
»

12.3.3 Développements actuels de ces recherches

Comme nous l'avons dit précédemment, toutes les recherches et expérimentations des années précédentes montrent que lorsque la classe ou l'amphi arrive à débattre scientifiquement autour des savoirs essentiels du programme, le professeur parvient à transmettre dans une grande sérénité ce qui lui paraît important à faire comprendre à tous.

Malgré le caractère chronophage des débats en cours, le professeur peut à juste titre rester serein car à chaque nouveau débat le réel de la classe ou de l'amphi confirme la validité de ses choix épistémologiques et didactiques : il constate in vivo que des progrès très importants se produisent pour quasiment tous les élèves dans la compréhension profonde du sens des savoirs qui n'étaient habituellement saisis que par quelques-uns, voire parfois par aucun.

Mais, pour que cela se produise, il faut absolument que ce type de débat arrive à se mettre en place et acquiert assez rapidement un caractère réellement scientifique !

Or, outre la nécessaire transformation profonde du professeur et des élèves au niveau épistémologique et didactiques dont nous avons déjà parlé, beaucoup d'autres obstacles s'opposent à la mise en place rapide d'une pratique de classe qui revête un caractère proprement scientifique, notamment des résistances au niveau psychologique et affectif : prendre la parole en tant qu'auteur de propositions scientifiques en disant « je pense que... et voilà mes raisons... », alors qu'on n'est sûr de rien et que la suite va probablement mettre en évidence tout ce qui est non pertinent et erroné dans ce qu'on avance, est une prise de risque personnelle bien réelle - à la limite même du supportable - si cela se pratique dans un groupe social dans lequel on n'a pas pris les précautions suffisantes pour que chacun puisse s'adresser à ses pairs et les écouter en cherchant plus à se faire comprendre et à les comprendre qu'à les dominer ou les juger.

C'est la raison pour laquelle notre groupe effectue actuellement des recherches et expérimentations sur la mise en place dans un groupe social d'élèves ou de professeurs en formation de règles du jeu qui vont inciter chaque membre du groupe à chercher à comprendre où se situe l'essentiel dans une question mise en débat, en cherchant à expliquer à ses pairs sa propre compréhension du problème et en cherchant à comprendre ce que ses pairs expriment sur le fond quand eux aussi visent à exprimer publiquement de façon sincère - donc forcément assez maladroite au départ - ce qu'ils pensent réellement d'un sujet d'étude qui ne leur a pas déjà été expliqué en totalité.

Le fait de mettre en évidence et d'explicitier les conditions psychologiques, éthiques et affectives qui favorisent ou au contraire interdisent un échange d'idées qui se veut le plus sincère et profond possible, semble pouvoir libérer le professeur et les élèves du poids des non-dits de cet ordre qui règnent habituellement dans tout groupe, non-dits dont la discussion ne peut être franchement abordée sans impudeur si on reste sur le seul plan de la rigueur scientifique.

Nous étudions donc dans quelle mesure la mise en place au préalable de ces règles du jeu d'un « débat pour comprendre en cherchant à se comprendre » est possible dès le début d'un enseignement et accélère ensuite le passage d'un débat sur les savoirs du cours qui est fatalement très/trop scolaire en début d'étude vers un débat de la classe ou de l'amphi qui puisse assez rapidement devenir de plus en plus réellement scientifique.

12.3.4 Actions extérieures du groupe

Formations au « débat scientifique en classe »

Conférence de G. Charlot à l'Espace Mathématique Francophone 2015 (EMF 2015) (<http://emf2015.usthb.dz/>)
Lieu et dates : Alger 10-14 octobre 2015

Intervention de T.Lecorre en décembre 2015 à l'ENSIMAG auprès des professeurs accompagnateurs de classes dans le cadre de la journée « maths et filles ».

Octobre 2015 : présentation par T.Lecorre du débat scientifique à la ligue de l'enseignement 73 auprès d'enseignants.

Expérimentations et réflexions collectives avec des groupes de doctorants-professeurs à partir d'une forme de « débat pour comprendre en cherchant à se comprendre », afin de dégager in vivo les incidences d'ordre épistémologique, cognitif, psycho-affectif, social et éthique qu'une pratique régulière de « débat scientifique en classe » peut avoir sur le double métier d'enseignant et de chercheur.

Ces formations fondées sur les recherches du groupe ont été assurées par Marc Legrand conjointement avec des collègues universitaires de différentes disciplines

- trois journées complètes en stage résidentiel à Autrans en décembre 2015 (200 doctorants de Grenoble Alpes toutes disciplines confondues).
- 5 jours à Grenoble en février et mars 2016 (30 doctorants Math & Physique).
- 2 jours à Orsay en juin 2016 (30 doctorants toutes disciplines confondues).

Nombreuses observations en classe ou en amphithéâtre de « débats scientifiques » conduits par des collègues novices et/ou chevronnés et analyse avec ces collègues des observations effectuées dans leurs classes ou leurs amphithéâtres.

Expérimentation menée par Liouba Leroux « Une année avec le débat scientifique au niveau 2^{de} » : logique, vecteurs, géométrie dans l'espace, repères, fonctions, probabilités. Expérimentation en 1^{ES} : pourcentages.

12.3.5 Publications

Description EMF 2015 : Compte rendu du GT10 "Rôles et responsabilités des professeurs et des élèves dans les démarches d'investigation et dans la résolution de problèmes", Le débat scientifique en classe ou en amphithéâtre par Grégoire Charlot <http://emf.unige.ch/index.php/emf-2015/groupe-de-travail-91/>

Article dans Repères-IREM n°103 (mars 2016) : Une "activité en Or" !

12.4 Groupe « Animations mathématiques »

Le groupe est composé de M. Brilleaud, M. Buhmann, A. Brobecker et C. Kazantsev.

Ce groupe propose des animations pour les fêtes de la science, semaine des maths, et autres journées spécifiques. Il a développé des malles que les enseignants peuvent emprunter librement et gratuitement. Actuellement, 8 malles sont en prêt, le contenu ainsi que les documents élève et professeur sont sur le site web de l'IREM de Grenoble :

- Cargo Bot, initiation à la programmation
- Graphomètre avec pied
- Carré géométrique
- Bâtons de Neper
- Ruban de Möbius
- Nombres relatifs
- Jeux de logique
- Pliages mathématiques

Ce groupe est désormais dissous, les membres participent à la création et au développement de la Grange des Maths, sur la commune de Varcis Allières et Risset.

12.5 Groupe « Histoire des mathématiques : Géométrie pratique »

Thème de travail : « Géométrie pratique à l'aide d'instruments scientifiques anciens »

Membres du groupe participant :

David CHATELON enseignant en mathématiques, collège de l'Isle, 38 Vienne

Xavier ROULOT enseignant en technologie, collège de l'Isle, 38 Vienne

Marc TROUDET enseignant en mathématiques, collège de l'Isle, 38 Vienne

On a employé quelquefois une expression familière que l'on nous permettra de reproduire parce qu'elle rend bien l'idée que l'on peut se faire de ces conditions : « puisque l'opérateur a mis la nature dans son portefeuille on a même dit dans sa poche), quand il sera rentré chez lui, il n'aura qu'à l'en faire sortir et à l'interroger à son aise. Il suffit pour que cela soit vrai que notre opérateur ait eu le soin de prendre quelques renseignements indispensables, en très petit nombre d'ailleurs, à chaque station, et les vues naturelles répondent, en effet, avec précision à toutes ses questions. » A. Laussedat, Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques, Paris, 1898, Gauthier-Villars.



Avertissement ; Toutes les séances de géométrie pratique sont décrites dans le document "Des outils pour la classe" sur la page du groupe du site de l'IREM de Grenoble. La page comporte également une sitographie et une webographie, une fiche mallette comportant des exemples d'activités et un lien vers le site de l'association AMAFI 38- l'arche aux jouets qui fabrique les instruments en bois utilisés sur le terrain.

12.5.1 Résumé de nos activités :

Notre groupe de recherche en histoire des mathématiques travaille sur des ouvrages de géométrie pratique des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles ainsi que des ouvrages d'enseignement des mathématiques des XIX^{ème} siècles et première moitié du XX^{ème} siècle. Nous les utilisons pour reproduire des instruments de mesure anciens comme le graphomètre, quarré géométrique et l'équerre d'arpenteur. Ces instruments sont ensuite manipulés par nos élèves pour résoudre des problèmes sur le terrain. Les « apprentis arpenteurs » utilisent également des illustrations extraites des traités de géométrie pratique, elles sont une aide à la visualisation des concepts. Les séances de géométrie pratique, le plus souvent en dehors de la classe, donnent goût et sens à l'étude de la géométrie et permettent d'étudier sur le terrain le concept d'échelle, une notion qui reste difficile en collège.

Les problèmes sont variés :

- mesurer des distances inaccessibles comme la hauteur d'un arbre ou la largeur du Rhône, par des triangulations
- construire le plan d'une cour ou d'une salle sur une feuille A3

- déterminer l'aire d'un préau.

Leur résolution nécessite des manipulations effectuées avec des reproductions d'instruments de mesure anciens comme le graphomètre, servant à mesurer des angles. Des investigations sont ensuite menées afin de trouver la meilleure échelle par exemple. Des constructions géométriques sur papier ou avec un logiciel de géométrie puis des calculs trigonométriques en 3ème permettent ensuite de répondre aux questions posées.

Le projet de réagencement du CDI du collège a montré également l'intérêt et la richesse d'un travail interdisciplinaire entre mathématiques et technologie. Les cinquièmes ont été mis en situation de résoudre un problème réel issu du monde professionnel de l'architecture. Nous avons demandé à nos élèves d'analyser des contraintes réelles et de proposer des solutions techniques.

12.5.2 Activités 2015-2016

- Stage au plan académique de formation 2015-2016 : Titre : Maths en manipulant : géométrie pratique à l'aide d'instruments anciens

Durée : 1 journée à Valence, avril 2016

Objectif pédagogique : Apport de contenus historique, épistémologique et didactique sur l'utilisation d'instruments de mesure anciens en classe, conception de séances pédagogiques.

Description du contenu :

- Passer de l'environnement concret à sa représentation géométrique ;
 - travailler : dans des espaces de travail de tailles différentes (la feuille de papier, la cour de récréation, le quartier, la ville, etc.) avec de nouvelles ressources comme les systèmes d'information géographique, des logiciels d'initiation à la programmation. . .
 - expérimenter sur le terrain, se confronter à la réalité et s'interroger sur les erreurs de mesure ;
 - proposer des activités conduisant à une réalisation collaborative et concrète ;
 - montrer la richesse des liens entre les mathématiques et d'autres disciplines (technologie, géographie, topographie) ;
 - considérations matérielles : comment s'équiper ? Des solutions présentes dans les ouvrages d'enseignement du XIXème siècle.
- Interventions MASTER en pôle de professionnalisation Dates : Mercredi 30 septembre : de 13h à 17h à l'ESPE de SAINT ETIENNE
Jeudis 26/05 ; 2/06 ; 9/06 et 16/06 de 14h à 17h à l'ESPe de LYON CROIX ROUSSE
Contenu : identique au stage PAF

- Projet pluridisciplinaire mathématiques-technologie en 5ème : Objectifs du projet : le réagencement d'un espace pour implantation d'un nouveau CDI

Etapes du projet :

1. Présentation du projet : 2 classes de 5ème, documentaliste, professeurs de maths et technologie.
2. Activité en technologie : modélisation à l'échelle de la salle, collaborative. Cet outil permet de faire la liaison entre le réel et le plan.
3. Activité en mathématiques : levé de plan , prise d'informations puis construction sur papier. Calculs des longueurs mesurées au décimètre avec tableur comme en technologie.
4. Activité en techno : plan du cdi avec vue 3D (pratique).

Lors de ce projet, les cinquièmes ont été mis en situation de résoudre un problème réel issu du monde professionnel de l'architecture. Nous avons demandé à nos élèves d'analyser des contraintes réelles et de proposer des solutions techniques.

Il a également été nécessaire de découvrir, savoir choisir, utiliser à bon escient des outils de :

1. mesure de longueurs et d'angle

2. stockage et classement des mesures obtenues (tableur)
3. traçage de plan en 2D sur papier ou avec logiciel
4. passage de la 2D à la 3D et modélisation informatique

Un problème qui a du sens pour l'élève, qui le concerne ! A l'issue de ce travail, 10 travaux sur les 36 ont été examinés par un jury constitué de la gestionnaire, du représentant du conseil général, de la documentaliste, de la personne en charge de l'entretien courant du collège, de deux enseignants de mathématiques et de technologie a décerné un 1er prix, un prix rationalité et un prix créativité.



8 | LUNDI 11 JUILLET 2016 | LE DAUPHINÉ LIBÉRÉ

VIENNE & PAYS VIENNOIS

ÉDUCATION | Des élèves du collège de l'Isle ont réalisé des projets de réagencement du CDI Quand les cinquièmes jouent les architectes

« Plutôt que d'appeler un vrai architecte, on a choisi de mobiliser les élèves. » Quand le collège de l'Isle doit réagencer son CDI, quoi de mieux que de l'intégrer aux programmes scolaires ?

« On est un peu en avance par rapport à la réforme du collège qui interviendra à la rentrée prochaine », se satisfait Xavier Roulot, professeur de technologie et membre de l'Irem Grenoble en charge du projet.

Interdisciplinarité

La réforme en question, c'est l'apparition des EPI : les enseignements pratiques interdisciplinaires, qui visent à mêler plusieurs matières dans la réalisation d'un même projet. Pour le CDI du collège de l'Isle, les élèves ont dû se servir des mathématiques et de la technologie. « C'est intéres-

sant car ils ont compris l'intérêt des maths dans la techno et inversement. On a pu leur répondre à la fameuse question "à quoi sert cette matière ?" » témoigne David Chatelon, professeur de mathématiques.

Si les cinquièmes ont pu trouver des réponses à cette question intemporelle, c'est d'abord que le projet vient d'un « vrai besoin ». La réalisation de la nouvelle implantation du CDI a aussi été tangible.

Cahier des charges et mesures d'angle

Les élèves, par groupe de 4, ont pu définir un cahier des charges, effectuer des mesures de l'espace, créer un plan normé à l'échelle, générer une représentation 3D grâce à un logiciel pour pouvoir enfin présenter un nouvel agencement du mobilier du CDI.



Les élèves du collège ont pu travailler sur un logiciel 3D.

Avec des contraintes techniques mais aussi physiques : « Il fallait que Magali Roulot-Ramet (enseignante documentaliste) puisse voir tout le monde et que tous les élèves puissent voir le rétroprojecteur », témoigne Mathis, dont le projet a été retenu dans les trois plus réalistes parmi les 36 autres.

Une initiative qui a vu un investissement grandissant des architectes en herbe tout au long des huit semaines de travail, à raison d'1h30 par semaine. Les trois lauréats ont été désignés par un jury de personnels de l'établissement et les résultats sont désormais transmis au conseil départemental pour le ré-agence-

ment. Des travaux qui ne sont pas encore à l'ordre du jour, puisqu'une restructuration du site du collège est prévue, mais une initiative qui devrait être prolongée l'année prochaine : « On aimerait prolonger l'expérience avec la salle informatique, et cette fois sur tablettes ! »

G.C.

- Séances d'Arpentage avec décamètre et équerre d'arpenteur en cycle 3 :

Classe : CM1-CM2

Professeur : Saida Boué (professeur des écoles), Marc Troudet (professeur de mathématiques)

Horaires : 9h15-10h15 et 10h30-11h30 puis calculs l'après midi

Introduction historique orale : la géométrie est née au bord du Nil (Hérodote)

1ère activité : mesurer le périmètre et l'aire de sa table de forme rectangulaire (en cm^2)

2ème activité : mesurer l'aire de la cour et de plusieurs zones rectangulaires (sous l'arbre, terrain de foot, terrain quadrillé) (en m^2) ; la cour est découpée en rectangles et triangles ; les élèves utilisent des décamètres et des équerres d'arpenteurs pour lever le plan. Cette activité a été proposée dans le cadre de la liaison école -collège entre l'école de Saint Cyr sur le Rhone et le collège de l'isle. Notre groupe va constituer à la rentrée de septembre 2016, une équipe locale de professeurs des écoles autour de Saida Boué afin d'expérimenter et d'analyser des séances d'arpentage, déclinée de manière spiralaire, en cycle 3. Ce travail de recherche doit faire l'objet d'un chapitre de l'ouvrage d'histoire des mathématiques en cycle 3 de la CII d'histoire et d'épistémologie (sortie prévue en 2018) . Il a été présenté au GROUPE MATH à Voiron en mars 2016 et un appel à candidatures a été lancé à cette occasion.

Article de Presse sur l'atelier au collège :

10 | MERCREDI 22 JUIN 2016 | LE DAUPHINÉ LIBÉRÉ

VIENNE

ÉCOLES | Un atelier au collège de l'Isle

Les maths au cœur du problème

Plein d'initiatives, le collège de l'Isle a organisé toute l'année un atelier mathématique. Deux fois par semaine, 20 élèves volontaires s'adonnaient à la passion logique sur leur temps de midi. Encadré par Marc Troudet, professeur au collège mais également animateur-formateur à l'Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de Grenoble (IREM), ce petit groupe a réalisé quelques ateliers pratiques.



L'ambiance est studieuse mais détendue à l'atelier maths.

Zelliges et mosaïques en céramique ont ainsi été accomplis durant cette année, en prenant modèle sur des pièces du musée gallo-romain de Saint-Romain-en-Gal ou du musée du Louvre. La géométrie pratique a également été mise à l'honneur avec un exercice de mesure de la largeur du Rhône qui a marqué les élèves. Un atelier mathématique qui a permis à certains de se dépenser, à d'autres de se révéler.

12.6 Groupe « Géométries non euclidiennes »

Participants : Bernard Genevès (Responsable), Luc Bouttier, Sylvain Gallot

Le groupe comprend trois animateurs retraités ; la contribution vise la formation, tant initiale que continue, des enseignants de collège et lycée, ainsi que toute personne intéressé aux mathématiques.

Nous avons travaillé sur un problème bien délimité, à propos de sphère. Le texte se veut accessible à des lecteurs de niveau collège et lycée. Il s'agit de démontrer des résultats d'Archimède, sans utiliser ni trigonométrie, ni calcul différentiel, uniquement des raisonnements sur des domaines plans, des angles, des inégalités...

Ce n'est pas une relecture d'Archimède : les notions et notations sont contemporaines, la méthode est un peu différente de celle d'Archimède.

Nous redémontrons le résultat d'Archimède sur l'aire de la sphère : l'aire de la sphère est égale à l'aire du cylindre tangent à l'équateur, de même hauteur que la sphère. Plus précisément, nous démontrons que tout domaine de la sphère limité par deux parallèles et deux méridiens, sorte de "rectangle" tracé sur la sphère, a la même aire que son projeté sur le cylindre, projeté qui devient un vrai rectangle quand on découpe et aplatit le cylindre. La sphère elle-même satisfait à la propriété.

Le texte définit la projection en question ; la méthode procède par approximations ; on coiffe la sphère avec un chapeau conique ; un domaine de la sphère est encadré entre des cônes, des troncs de cônes, des empilements de troncs de cônes. Le résultat s'obtient en raffinant les encadrements.

Dans le plan, un arc de cercle a une longueur comprise entre celle de la corde et celle d'une ligne brisée enveloppante de mêmes extrémités ; en encadrant le cercle entre des lignes polygonales, Archimède évalue le périmètre du cercle.

Dans l'espace, Archimède a besoin d'une propriété similaire pour comparer des aires ; à cet effet, il pose des axiomes sur les aires de surfaces convexes de même bord : l'aire de la surface interne est plus petite, etc. Ces axiomes, simples et d'apparence naturelle, visent à éviter des cas de volumes finis dont l'aire du bord est grande ; nous n'utilisons pas ces axiomes, le problème sous-jacent est montré et résolu sur une situation simple avec des cônes.

Après moultes relectures et retouches, notre rédaction atteint cette année sa forme finale : 40 pages de texte imprimé, 65 figures 3D.

Le groupe a fini son travail, il se dissout.

12.7 Groupe « Raisonnement, Logique et Preuves »

Membres du groupe :

Responsable : Denise Grenier, enseignante-chercheuse, Institut Fourier, UFR IM2AG, UGA

Roland Bacher, enseignant-chercheur, Institut Fourier, UFR IM2AG, UGA

Hervé Barbe, enseignant, lycée Saint Jean Bosco, 74 Cluses

Yvan Bicaïs, enseignant, collège Le Masegu, 38 Vif

Grégoire Charlot, enseignant-chercheur, Institut Fourier, UFR IM2AG, UGA

Monique Decauwert, enseignante-chercheuse retraitée

12.7.1 Thèmes et travaux du groupe

Ils s'inscrivent dans la continuité des années précédentes, avec un regard sur les transitions collège-lycée et lycée-université.

1. Étude de « situations de recherche » pour le collège et le lycée. Expérimentations dans des classes de plusieurs situations de recherche (voir plus bas).
2. Construction et étude de nouvelles situations.
3. Rédaction, finalisation et publication de la brochure IREM « Situations de recherche pour la classe : Expérimenter, conjecturer et raisonner en mathématiques », résultat de plusieurs années de travail de groupe.

12.7.2 Ateliers ou formations assurés par le groupe

- Quatre ateliers durant la Semaine des Maths, encadrés par R. Bacher, M. Decauwert, Y. Bicaïs et G. Charlot.
- Deux ateliers MATHS C2+, encadrés par G. Charlot et M. Decauwert.
- Expérimentation de plusieurs SiRC dans les 7 classes de l'école élémentaire Nicolas Chorier (G. Charlot).
- Expérimentations de plusieurs situations de recherche (Y. Bicaïs, H. Barbe, T. Gezer et D. Grenier) en collège, en lycée et à l'université.
- Intervention à la fête de la science (situations de recherche pour le stand IREM).

12.7.3 Participation aux travaux des CII-Lycée et CII-Université (D. Grenier et H. Barbe)

La CII Université s'est réunie quatre fois : les 3 octobre, 20 et 21 novembre, 28-29 et 30 janvier (colloque à Bordeaux), 12 mars. Les réunions de la CII-U ont souvent été co-organisées avec celles d'un groupe de réflexion sur la transition lycée-université, organisé par le LDAR (Laboratoire de didactique des maths de Paris 7). La CII-U aussi collaboré avec la CII-Lycée, lors de réunions de travail communes.

La CII lycée s'est réunie les 2 et 3 octobre, le 11 et 12 décembre, le 29 et 30 janvier (Bordeaux), le 11 et 12 mars, et 20 et 21 mai (Rouen). Dans le sous-groupe « logique », nous avons poursuivi l'étude, le statut, la place et le rôle de la logique dans les trois années de lycée, dans les programmes et les manuels. Nos recherches ont aussi porté sur les différents travaux et formations réalisés dans les IREM. L'objectif étant de pouvoir publier une brochure regroupant ces études.

Ateliers et séminaires assurés dans le cadre des deux CII

- 12 mars (demi-journée commune CII lycée et CII université) Exposé et atelier sur la récurrence, étude des réponses d'étudiants de L1 à un questionnaire et des exercices sur la récurrence (travail coordonné avec Denis Gardes et Marie-Line Gardes, IREM de Lyon).
- 29 janvier (journée délocalisée à Bordeaux). Un exposé et un atelier ont été proposés. Ils étaient inscrits au stage PAF. Le thème porté a été "Retours d'expériences sur les notions de logique dans les programmes de lycée". Nous avons étudié et présenté différents travaux d'élèves sur des exercices de logique pour arriver à évaluer les connaissances actuelles. Le travail a été co-réalisé par Zoé MESNIL (IREM de Paris 7), Sophie BEAUD (IREM de Montpellier) et Hervé BARBE (IREM de Grenoble). L'expérience de la réalisation

d'ateliers inscrits au stage PAF ayant été concluante, nous allons la renouveler l'an prochain pour la CII délocalisée à Montpellier.

12.7.4 Publications

- Gardes D., Gardes M.L., Grenier D. (2016) État des connaissances des élèves de Terminale S sur la raisonnement par récurrence, petit x 100, 67-98, ed. IREM de Grenoble.
- Groupe « Raisonnements, Logique et SiRC », « Situations de recherche pour la classe : Expérimenter, conjecturer et raisonner en mathématiques », brochure de l'IREM de Grenoble, Mars 2016.

12.8 Groupe « Méthodes et Pratique Scientifiques »

Participants : Michèle Gandit (Responsable), Christine Kazantsev, Martine Brillaud, Hubert Proal, Philippe Michel, Philippe Garat, Anne Krotof.

Ce groupe a exploité les travaux de ces dernières années en expérimentant en classe ou en préparant des formations dans le cadre de la Maison pour la Science en Alpes-Dauphiné. Les deux axes exploités sont les avalanches et les satellites de Jupiter.

12.8.1 les avalanches

Poursuite du travail d'expérimentation en classe de seconde, option MPS, sur le thème des avalanches, sur toute une année scolaire. Un article pour Repères-IREM est en préparation.

12.8.2 les satellites de Jupiter

Préparation et réalisation d'une journée de formation sur le thème de la découverte des satellites de Jupiter vue par Peiresc, dans le cadre de la Maison Pour La Science en Alpes-Dauphiné.

Cette journée s'est déroulée le 9 juin, sur le campus universitaire de Saint Martin d'Hères-Gières.

Intervenants : Christine KAZANTSEV directrice de l'IREM et Evelyne CHEVIGNY formatrice Sciences Physique à l'ESPE

Le public : 10 participants dont une Conseillère pédagogique, deux enseignants formateurs au PAF en sciences physiques, une prof de SVT, 3 profs de maths, dont deux participants aux groupes de l'IREM et 3 profs de sciences physiques.

Ce groupe à la fois hétérogène par les disciplines enseignées, et par le niveau des connaissances en astronomie a très bien fonctionné. Des rendez de travail ont été pris à l'issue de cette rencontre, notamment entre la CPC et un des enseignants formateur au PAF, pour un travail inter degré.

Les ateliers de mise en situation d'investigation ont été très appréciés, particulièrement pour le parti pris de proposer des travaux avec du matériel facile à se procurer. « Pour faire des sciences il n'est pas toujours utile d'utiliser du matériel sophistiqué ». Les éléments d'histoire des sciences tant sur le personnage Peiresc que sur l'évolution de la modélisation des mouvements des satellites dans le système solaire ont été jugé pertinents.

L'ensemble du groupe a apprécié le choix d'une restauration rapide, mais de bonne qualité, ayant permis d'insérer dans la journée la visite du sentier planétaire.

La co animation a été riche et complémentaire. Elle a permis un rythme soutenu tout en proposant des activités variées.

L'accompagnement pour utilisation du logiciel Stéllarium est à compléter, et le temps consacré à la réflexion sur le réinvestissement en classe a été souvent jugé insuffisant.

La proposition de mettre sur l'offre de formation 16-17 un niveau d'approfondissement pour cette action a retenu l'intérêt de certains participants.

La découverte des satellites de Jupiter du point de vue de PEIRESC AD_11_S1 code PAF F1B

Action de développement professionnel de la Maison pour la science en Alpes-Dauphiné

Contemporain et ami de GALILEE, Nicolas-Claude FABRI de PEIRESC, sans en avoir récolté la même notoriété, a su exploiter avec une bonne précision les relevés des positions des satellites de Jupiter, qu'il observera aussi quelques années plus tard. Il a produit un tracé des trajectoires, qui sera étudié pendant la formation pour être comparé à celui obtenu à partir des éphémérides actuels, ainsi qu'à la simulation obtenue avec le logiciel Stellarium. Cette étude consiste à passer d'une observation dans l'espace (en 3D) à une modélisation sous forme d'un ensemble de tracés sur plan (en 2D).

Descriptif des interventions

Objectifs :

• Scientifiques

Former des professeurs à l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation.
Permettre l'appropriation d'une démarche scientifique basée sur l'observation.
Accompagner des professeurs dans la mise en œuvre de séances en classe.

• Pédagogiques

Mener des séances de sciences.
Mettre en œuvre un enseignement de science fondé sur l'investigation.
Préparer et mener des séances de science en transférant des connaissances de mathématiques dans le domaine de l'astronomie.
Acquérir un recul épistémologique à travers un retour sur l'histoire des sciences
Collaborer avec des scientifiques lors de la préparation et de la mise en œuvre de séances de science.

• Ce que les participants feront :

- Vivre la méthode scientifique que l'on attribue à PEIRESC qui se résume par une phrase qui lui a été attribuée : « pour comprendre il faut observer puis interpréter ».
- Evaluer la pertinence d'une modélisation de la trajectoire d'un satellite.
- Valider d'autres modélisations de cette trajectoire.
- Comparer ces modélisations
- Utiliser des outils mathématiques pour modéliser la trajectoire d'un satellite de Jupiter

Programme

9h00	Accueil
9h15	Présentation de la Maison pour la science. Présentation de la formation.
9h30	Introduction par un rappel sur le contexte historique. Qui est PEIRESC ? quel fut son lien avec Galilée
9h45	Activité1 : 1-1 Mise en situation d'investigation. Modélisation Comment modéliser le mouvement des satellites de Jupiter pour rendre compte des observations issues des documents fournis. Travail individuel, puis par groupe, puis restitution des travaux de groupes.
10h35	1-2 Mise en commun, synthèse sur le choix des modèles .
10h45	1-3 Réalisation de mesures avec les modèles choisis. Tracés des trajectoires décrivant les évolutions spatiales, puis tracés des évolutions temporelles des satellites de Jupiter.
12h	Repas , fournis par la Maison pour la science. Vous serez contactés pour le choix du menu
13h00	Visite guidée du sentier planétaire
13h30	Apports théoriques : Lois de Képler, lien avec les travaux de Tycho Brahé. Vitesses d'un satellite sur sa trajectoire elliptique (apoapside et périapside)
14h15	Activité 2 Etude documentaire Etude comparée des travaux de Galilée et de Peiresc, pour mettre en évidence leurs interactions.
15h00	Mise en commun des études comparées.
15h15	Activité3. Utilisation du logiciel Stellarium , intérêt d'un outil de simulation
15h30	Activité 4. Transpositions envisageables en classe, inspirées des activités précédentes
16h00	Mise en commun des propositions de transpositions
16h15	Apport sur l'évolution des concepts liés aux mouvements dans le système solaire, dans l'histoire des sciences.
16h30	Questionnaire de satisfaction sur la journée
16h45	Fin de l'action

12.9 Groupe « Enseignements Pratiques interdisciplinaires »

12.9.1 Introduction

Résumé

Les EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires) sont introduits au collège (cycle 4) à partir de la rentrée 2016. Pour faire simple il s'agit de projets interdisciplinaires dans lesquels chaque discipline aborde les points du programme de son choix. Autrement dit, les EPI ne sont pas des projets "bonus" de réutilisation de connaissances acquises mais bien des occasions de découvertes pédagogiques, et sont pris sur les heures disciplinaires.

Le groupe EPI est constitué de trois enseignant.e.s-chercheur.se.s et huit enseignant.e.s du secondaire. Nous avons dans un premier temps travaillé sur la compréhension des contours de ces EPI, sur les attentes du ministère et du rectorat, sur les nouveaux programmes. Ensuite, nous nous sommes partagés en trois sous-groupes et nous avons travaillé afin de proposer des projets d'EPI. Au final nous avons proposé quatre projets : La ville, Sondages et élections, Glaciers, Phénomènes météo et climatiques. Un certain nombre d'autres idées sont dans l'incubateur pour l'an prochain.

Les membres du groupe

8 enseignants au collège : Nathalie Besacier, Jérôme Charton, Stephanie Dewyspelaere, Hélène Fayard, Brigitte Jolibois, Isabelle Nguyen, Caroline Pès, Véronique Wales.

3 universitaires : Philippe Garat, Frédérique Letué, Maëlle Nodet.

Déroulement de l'année

La première partie de notre travail cette année a consisté à étudier les nouveaux programmes, à rencontrer l'inspection académique et en savoir plus sur les EPI. Ensuite nous avons formé 3 groupes de travail qui ont proposé des sujets d'EPI. Ce document présente d'abord les généralités sur les EPI, puis une synthèse des sujets réalisés, et termine avec la boîte à idées pour l'an prochain.

12.9.2 Les EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires)

Il s'agit d'une nouvelle source d'activités liées aux nouveaux programmes du cycle 4 :

"Mettre en œuvre de nouvelles façons d'apprendre et de travailler les contenus des programmes » (de la 5ème à la 3ème du collège, les 3èmePrépro en LP sont aussi concernées). Leur mise en place aura lieu dès la rentrée 2016.

Les EPI sont inclus dans les heures disciplinaires. Par exemple un EPI de 20h entre les maths et le français pourra se partager en 12h de maths et 8h de français (ou tout autre combinaison). Il ne s'agit donc pas de projets « bonus » de réutilisation d'acquis antérieurs en situation concrète, mais bien des apprentissages pédagogiques à part entière, comme les autres heures disciplinaires.

Voici leurs caractéristiques :

Les EPI se déroulent sur les trois années du cycle 4 (5è, 4è, 3è) et concernent tous les élèves (2 par an par élève, en moyenne 2 à 3h hebdomadaires).

Ils se fondent sur des démarches de projet interdisciplinaire conduisant à des réalisations concrètes individuelles ou collectives. Les EPI s'appuient sur les disciplines et permettent une prise de conscience, par leur mise en pratique, de la transversalité des compétences du socle commun.

Ils aident à donner du sens aux enseignements et à lever les barrières entre les disciplines.

Ils contribuent à la mise en œuvre des parcours des élèves (citoyen, Avenir, éducation artistique et culturelle).

Les thématiques des EPI sont au nombre de 8, chaque élève devra avoir abordé au moins 6 des 8 thématique lors du cycle 4 :



12.9.3 Les trois projets d'EPI proposés

Nous ne présentons ici que les développements mathématiques des EPI. Nous proposons juste des mots-clefs / pistes pour les autres disciplines.

1. **Les glaciers : « ça avance ou ça recule ? »**

Deux thèmes couverts : Transition écologique et développement durable + Sciences et technologie.

Niveaux et disciplines partenaires : Voir Annexe 1

Les activités proposées aux élèves sont :

- Activité découverte : recherche biblio / internet => Construire la Carte d'identité d'un glacier
- Travail sur les surfaces : cartes / photos associées aux surfaces de glace, à l'évolution du glacier => Grandeurs mises en jeu dans l'évolution
- Travail sur les graphiques : lecture, dépendance entre ces grandeurs : lien Température / Altitude ; évolution dans le temps
- Activité clous mosaïques : Modélisation de l'évolution du glacier (algorithmique débranchée)
- Activité programmation : tableur à la main, avec scratch, code python



Les connaissances et savoir-faire mis en jeu côté maths :

Notion d'aire (estimation, choix d'une unité) ; relation de dépendance de grandeurs ; notion de fonction ; lecture de graphiques ; étude statistique ; nombres relatifs ; algorithmique et programmation ; modélisation et démarche scientifique.

Sorties envisagées :

Visite du Laboratoire de Glaciologie et de géophysique de l'environnement (Grenoble)

Visite du Glaciorium et de la Mer de Glace (Chamonix)

Intervention de glaciologues

2. **La ville sous toute ses formes**

Trois possibilités de thèmes :

Transition écologique et développement durable, et/ou culture et création artistiques, et/ou Sciences, technologie et société (en fonction des matières associées).

Matières concernées :

Mathématiques, Arts plastiques, Histoire-Géo et éventuellement Technologie, SVT

Niveau de classe : 3ème

Activité 1 : Etude d'une ville : calcul de surface (en utilisant différentes méthodes), calcul de densité de population, comparaison de différentes zones urbaines

Activité 2 : Etude d'un bâtiment de la ville : estimation et calcul de sa hauteur en utilisant différents outils, et des éléments qui le composent.

Activité 3 : en co-animation avec les arts plastiques : création de différents bâtiments à échelle réduite.

Les connaissances et savoir-faire mis en jeu côté maths :

Notion d'aires (calcul, estimation, Géoportail) , Tableur, Représentations de solides et de situations spatiales, Théorème de Thalès, Proportionnalité



3. Les sondages

Thèmes : Information- communication citoyenneté - sondages

Le sondage au service d'une problématique : Par exemple, les migrations, transport et développement durable, pollution (matière associée : HG, IMC ou SVT)

-Niveau :4è ; variante possible en 3è

-Etape 1 : Sondage à l'aide de 3 questionnaires A, B, C (préétablis).

Analyse comparative des questionnaires donnés sur un même thème : saisie (tableur) : tableaux, 7 graphiques, interprétation

-Etape 2 : Création d'un questionnaire en lien avec la problématique choisie + passation et analyse du questionnaire + retour sur la problématique : histoire-géographie (variante possible : avec la SVT)

Mathématiques : environ 10h

Français : 2+4 = 6 h

Histoire-géographie (ou SVT) : 8h

Interpréter, représenter et traiter des données :

– Recueillir des données, les organiser : Lire des données sous forme de données brutes, calculer des effectifs, des fréquences, faire des tableaux, des représentations graphiques (diagrammes en bâtons, diagrammes circulaires, histogrammes).

– Calculer et interpréter des caractéristiques de position ou de dispersion d'une série statistique. Indicateurs possibles : moyenne, médiane, étendue.

En lien avec l'histoire géographie « Thème 2 Les mobilités humaines transnationales »

Un monde de migrants : Thème 2 de la classe de 4e, « Les mobilités humaines transnationales »

En lien avec la technologie ou les SVT : Thème 1 de la classe de 3e, « Dynamiques territoriales de la France contemporaine ».

En lien avec la SVT : « Corps humain et santé »

Éventuellement : possibilité d'analyser des articles en langue étrangère. Productions d'affiches / production d'un livret classe ... Exposés oraux devant d'autres élèves. Soutenance orale.

Évaluation par discipline

12.9.4 Annexes

23 septembre 2016 11:00

 <p>académie Grenoble</p> <p>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE</p> 		<h3>Présentation d'un EPI</h3>
Thématiques interdisciplinaires	Transition écologique et développement durable Sciences et technologie	
Niveau de classe	Cycle 4	
Titre et problématique	<p style="text-align: center;">Les glaciers : « Reculent-ils ? »</p> <p>Pour commencer, en étudiant des photos, cartes, en faisant des calculs d'aire, on peut constater le recul des glaciers (recul = diminution de la surface). Ensuite, grâce à l'algorithmique (avec ou sans ordinateur), on peut étudier la dynamique du glacier. On peut alors comprendre que le mot « recul » est un peu ambigu, au sens où : 1- effectivement la surface englacée diminue, mais 2- la glace ne « recule » pas elle-même, ne remonte pas la pente (elle s'écoule toujours, seulement la fonte est supérieure aux précipitations). Le recul n'est donc qu'apparent.</p>	
Production attendue	<p><u>Activité initiale de recherche (éventuellement faire un exposé)</u> : Rechercher des exemples d'évolution de glacier, Choisir un objet d'étude (nom, lieu) et décrire son évolution apparente selon les ressources trouvées (à citer)</p> <p><u>Monter une expo</u> : Fabriquer un modèle, une vidéo, une maquette, utiliser une modélisation informatique ... prouvant qu'un glacier « recule » ou pas.</p> <p><u>Exemple</u> : Réalisation d'une animation avec les photos de l'évolution pas à pas du glacier modélisé avec des clous mosaïque.</p>	
Disciplines concernées	<p>1- Mathématiques</p> <p>Ensuite, par ordre alphabétique, disciplines possibles proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Education Physique et Sportive - Français - Histoire Géographie - Langues vivantes - Sciences Physiques - Sciences de la Vie et de la Terre - Technologie 	

Nombre d'heures par discipline Co-intervention envisagée ou non	Variable selon les activités choisies Co-intervention possible
Discipline 1 Compétences développées : voir dans le LSN pour les domaines, en fonction des activités choisies	Mathématiques Notion d'aire Variations de grandeurs, lecture de graphiques Nombres relatifs Algorithmique et programmation Notion de fonction Modélisation Etude statistique Démarche scientifique (6 compétences)
Autres disciplines	Cf liste ci-dessus et annexe pour les détails des notions
Evaluation prévue (voir production attendue)	- Dans chaque discipline sur les notions abordées - Par compétences
Utilisation du numérique	Algorithmique avec ou sans ordinateur Utilisation des ressources en ligne : ⇒ Portail Edugéo (cartes IGN) ⇒ Sites de vulgarisation Utilisation de matériel numérique (tablettes) Production numérique (vidéo, diaporama, article web, ...)
Contribution à un parcours	Parcours citoyen : <ul style="list-style-type: none"> • Les conséquences du changement climatique • Education aux Médias et à l'Information
Contribution à la pratique d'une langue vivante	Possible (sources et documents, co-animation, production finale).

Interdisciplinarité envisagée :

<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p>	<p>E.P.S.</p> <p>Attendus de fin de cycle 4 :</p> <p>Réussir un déplacement planifié dans un milieu naturel,</p> <ul style="list-style-type: none"> □ activités d'orientation : mise en pratique des notions de repérage et de déplacement sur un plan ou sur une carte
<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p>	<p>Français</p> <p>En 5^{ème} : Thème L'homme est-il maître de la nature ?</p> <p>Le voyage et l'aventure : « découvrir des récits d'aventures, fictifs ou non, et des textes célébrant les voyages »</p> <p>En 3^{ème} : Thème Récits de résistants qui ont fait passer clandestinement des personnes et des denrées par la mer de glace en Italie</p> <p><u>Tout le cycle</u></p> <p>Témoignages photographiques sur l'évolution des paysages ; exploration des pôles et conquêtes des grands sommets ; grandes découvertes.</p> <p>En lien avec le programme d'Histoire (XVI^e-XVII^e en 5^e et XX^e en 3^e)</p> <p><u>Biblio</u> : Ecrins fatals P Charmoz, Premier de cordée, Chateaubriand, Voyage au Mont Blanc, Victor Hugo (1831) Revue des 2 mondes... Ecrits de James Cook sur la conquête de l'Antartique</p>

<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Histoire géographie :</p> <p>En 5^{ème} : Thème 3 géo : Prévenir les risques, s'adapter au changement global</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Etude des effets du changement climatique sur les glaciers <p>En 3^{ème} : Thème 1 géo : Dynamiques territoires de la France Contemporaine</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Etude des espaces à faibles densités (transformation des paysages, espaces entre exploitation et conservation dans le cadre des parcs naturels régionaux ou nationaux) <input type="checkbox"/> Etude de cartes à différentes échelles, réalisation de croquis <input type="checkbox"/> Etude de l'environnement régional proche <p>En Histoire : les grandes découvertes techniques du début du XXe siècle (les téléferiques, l'optique ...)</p> <p>Les enjeux de la conquête des grands sommets pendant et entre les deux guerres (Mont Blanc, Mont cervin, Anapurna ...), cf Français.</p>
<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Langue(s) vivante(s)</p> <p>Possible, mais semble artificiel, car se limitant vraisemblablement à l'exploitation de documents en langue étrangère.</p> <p>Peut-être exploité dans le cadre d'une classe européenne avec un professeur ayant la certification DNL.</p>
<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Sciences Physiques</p> <p>Différents états de l'eau, les changements d'états</p> <p>Paléoclimatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> étude des climats dans l'histoire de la planète à l'aide de carottes de glaces <p>Notion de vitesse</p>

<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Sciences de la vie et de la Terre</p> <p>Evolution du climat et études de quelques phénomènes météorologiques et climatiques.</p> <p>Météorologie, dynamique des masses d'eau et d'air, vents et courants.</p> <p>Changements climatiques passés (temps géologiques) et actuel</p>
<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Technologie</p> <p>Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet et de systèmes techniques</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Activité expérimentale <p>Notions d'écarts entre les attentes fixées par le cahier des charges et les résultats de la simulation.</p> <p>Informatique et programmation</p>
<p>Discipline :</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Arts plastiques</p> <p>3 questionnements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La représentation : image, réalité ou fiction • La matérialité de l'œuvre : l'objet et l'œuvre • L'œuvre, l'espace, l'auteur et le spectateur

ANNEXE 2 : La ville sous toutes ses formes

 <p>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE</p> 	<h2>Présentation d'un EPI</h2>
Thématique interdisciplinaire	Transition écologique et développement durable, Et/ou Culture et création artistiques, Et/ou Sciences, technologie et société (en fonction des matières associées).
Niveau de classe	3 ^{ème}
Titre et /ou problématique	La ville sous toutes ses formes
Production attendue	Création d'une maquette de ville
Disciplines concernées	Mathématiques - Arts plastiques - Histoire-Géo - Technologie - SVT
Discipline 1 : Maths Parties de programme travaillées :	<p><u>Thème A : Nombres et calculs</u></p> <p>Utiliser le calcul littéral : Comprendre l'intérêt d'une écriture littérale en produisant et employant des formules liées aux grandeurs mesurables (en mathématiques ou dans d'autres disciplines).</p> <p><u>Thème B - Organisation et gestion de données, fonctions</u></p> <p>Interpréter, représenter et traiter des données :</p> <p>Recueillir des données, les organiser. Lire des données sous forme de données brutes, de tableau, de graphique. Calculer des effectifs, des fréquences. Tableaux, représentations graphiques (diagrammes en bâtons, diagrammes circulaires, histogrammes).</p> <p><u>Thème C - Grandeurs et mesures</u></p> <p>Calculer avec des grandeurs mesurables ; exprimer les résultats dans les unités adaptées :</p> <p>Mener des calculs impliquant des grandeurs mesurables,</p>

<p>Compétences développées :</p>	<p>notamment des grandeurs composées, en conservant les unités.</p> <p>Comprendre l'effet de quelques transformations sur des grandeurs géométriques</p> <p>Comprendre l'effet d'un déplacement, d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs, les aires, les volumes ou les angles.</p> <p>(Utiliser un rapport de réduction ou d'agrandissement (architecture, maquettes), l'échelle d'une carte. Utiliser un système d'information géographique (cadastre, géoportail, etc.) pour déterminer une mesure de longueur ou d'aire ; comparer à une mesure faite directement à l'écran.)</p> <p>Thème D - Espace et géométrie</p> <p>Représenter l'espace</p> <p>Utiliser, produire et mettre en relation des représentations de solides et de situations spatiales. Développer sa vision de l'espace.</p> <p>Utiliser les notions de géométrie plane pour démontrer</p> <p>Mettre en œuvre un protocole de construction d'une figure géométrique.</p> <p>Théorème de Thalès</p> <p>Rapports trigonométriques dans le triangle rectangle (sinus, cosinus, tangente)</p> <p>Faire le lien entre théorème de Thalès, homothétie et proportionnalité.</p> <p>Chercher Modéliser Représenter Raisonner Calculer Communiquer</p>
<p>Discipline 2 : Arts-plastiques</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>La présence matérielle de l'œuvre dans l'espace, la présentation de l'œuvre</p> <p>Expérimenter, produire, créer</p>

	Mettre en œuvre un projet
Discipline 4 (éventuelle) : Technologie Parties de programme travaillées	Design, innovation et créativité Les objets techniques, les services et les changements induits dans la société Idées d'EPI proposés en fin programme de technologie : Transition écologique et développement durable : habitat, architecture, urbanisme ou transports en ville ; des ressources limitées, à gérer et à renouveler ; la fabrication de systèmes d'énergie renouvelable ; le recyclage des matériaux.
Discipline 5 (éventuelle) : SVT Parties de programme travaillées	Logiciel « Ecoville »
Evaluation prévue	Evaluations par discipline des notions étudiées
Utilisation du numérique	- Tableur - Géoportail - Imprimante 3D - Internet (données à récupérer, ...) - Ecoville (SVT)
Contribution à un parcours	non
Contribution à la pratique d'une langue vivante	non

ANNEXE 3 : Proposition d'étapes pour le déroulement de l'EPI La ville sous toutes ses formes

ETAPE 1 : Maths - Etude d'une ville.

- A partir d'un plan de la ville avec une échelle, calculer la superficie de la ville sur le plan de différentes manières (cadastre, plan touristique, géoportail, pesée ...).

En déduire l'aire réelle (utilisation du coefficient d'agrandissement longueur ou aire).

- Calcul de densité de population - Grandeur quotient

- Comparer différentes zones urbaines (espace rural, espace urbain, péri-urbain de différentes topologies d'espace) en terme de nombre d'écoles, de collèges, de lycées, hôpitaux, médecins, boulangeries, bureau de tabac, pharmacies, déchèteries...). Les

supports des informations peuvent être variés (pourcentages, données, graphiques, tableaux, ...) – Statistiques

- Etude statistique des impôts de la ville

ETAPE 2 : Maths - Etude d'un bâtiment existant

- Etude à l'aide de la croix de bûcheron ou de l'ombre portée, (ex : le collège), déterminer sa hauteur estimée. (Thalès ou trigo).
- Déterminer l'échelle pour la maquette.
- Estimer, pour avoir des ordres de grandeur, des hauteurs de bâtiments à partir de photos (hauteur d'un étage, taille d'une fenêtre, d'une porte, ...)

ETAPE 3 : Maths en co-animation avec l'art plastique

Avec une échelle imposée, déterminer la hauteur des bâtiments.

Construire les patrons.

ETAPE 4 : Etude des bâtiments construits :

Calcul de volume, impact écologique, ...

Créer une fiche signalétique sur le volume, la surface au sol, impact environnemental, utilisation des matériaux (Techno ?)

Etude des jeux de lumière (arts plastiques)

EPI : LA VILLE

SCÉNARIO



ÉTAPE 1 : Étude d'une ville

SÉANCE 1 : Travail de groupe.

Objectif : Utilisations d'échelles, calculs d'aire

Étude de communes de « tailles » différentes.

Mairie ou office du tourisme : demander le plan de la ville

Estimer à partir du plan de la commune et/ou Géoportail leur superficie.

(Idée originale : pour mesurer l'aire, il est possible d'utiliser la pesée à condition de disposer d'une balance de précision et du plan imprimé sur un papier épais ; on pèse la feuille entière, puis la surface de la commune découpée : le rapport des pesées est égal au rapport des aires.)

Faire calculer, sous Géoportail, la surface des espaces verts, forêts, zones commerciales, zone d'habitation.

SÉANCE 2 : Étude de plusieurs villes de « tailles » différentes

Objectifs : Travail sur tableur

Chaque groupe doit créer une « fiche ville » : compléter un tableau donnant, à partir des données brutes différents indicateurs « normalisés » (pour 1000 habitants).

On propose à chaque groupe, différentes données sur les villes. (Ces données sont disponibles sur le site de l'Insee : http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=99&ref_id=equip-serv-particuliers)

Données brutes fournies	Indicateurs à calculer ou à représenter
Nombre d'habitants	Densité (avec la superficie de la séance 1)
Répartition de la population par tranches d'âges	Calcul de fréquences et histogrammes
Nombre de logements	Taux d'occupation (nb d'habitants par logement)
Nombre de médecins généralistes, pharmacies	Calcul de fréquences (pour 1000)
Noms des écoles, collèges, lycées + effectifs	Nombre de professeurs d'école nécessaires dans la commune (28 élèves par classe)
Nombre de boulangeries	Calcul de fréquences (pour 1000)

Réaliser des histogrammes ou graphiques permettant de comparer les villes. (Éventuellement, ramener les grandeurs pour 1000 habitants).

Sous Géoportail, estimer les surfaces de zones d'habitations, zones industrielles, agricoles, aquatiques, espaces verts, commerciales

ÉTAPE 2 : Étude d'un bâtiment existant

SÉANCE 3 :

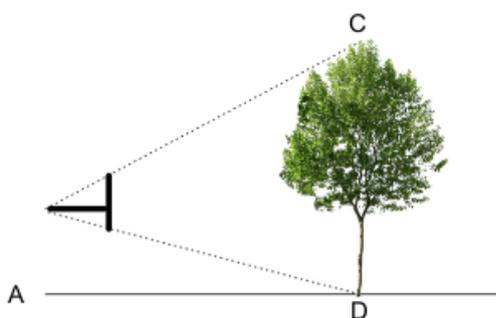
Objectif : Déterminer la hauteur d'un bâtiment (ex : hauteur du collège) en approfondissement du théorème de Thalès

Prérequis : Théorème de Thalès

Lieu : En classe, puis dans la cour du collège (ou à l'occasion d'une sortie)

Matériel : 2 bâtons de taille identique (ou deux règles rigides de 30 cm) ; un mètre et une craie + papier + stylo

1. À l'aide de la figure ci-dessous, montrer que la hauteur AD est égale à la distance DC.



2. Donner un ordre de grandeur de la hauteur du collège.

3. Dans la cour du collège, reproduire le dispositif ci-dessus à l'aide des deux bâtons. En déduire une estimation de la hauteur du collège.

4. Fournir une photo du collège aux élèves (format A4) et repérer, sur la façade, un élément mesurable sur la photo (ex : fenêtre, porte, ...). Sur le terrain, mesurer cet élément. En déduire la hauteur du collège et l comparer avec le résultat précédent.

4bis. Faire prendre des photos des élèves devant le collège. Peut-on choisir n'importe quel élément sur la photo pour déterminer la hauteur du collège ? (On peut proposer des photos « piègeuses ».) Mise en évidence des problèmes de perspective.

SÉANCE 4 :

En concertation avec le professeur d'arts plastiques, déterminer la hauteur du collège qu'il voudrait représenter.

1. Trouver l'échelle de la maquette.
2. Pour le collège, trouver la taille d'une fenêtre, d'une porte, d'un étage, ... sur la maquette.

ANNEXE 4 : Les sondages

 <p>Présentation d'un EPI : sondages</p> <p>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE</p> 	
Thématique interdisciplinaire	Information- communication citoyenneté
Niveau de classe	4 ^e ; variante possible en 3 ^e
Titre et /ou problématique	Le sondage au service d'une problématique : _Par exemple, les migrations, transport et développement durable, pollution
Production attendue	<p>Etape 1</p> <p>Analyse comparative de plusieurs questionnaires donnés sur un même thème : saisie (tableur), tableaux, graphiques, interprétation</p> <p>Etape 2</p> <p>Création d'un questionnaire en lien avec la problématique choisie + passation et analyse du questionnaire + retour sur la problématique</p>
Disciplines concernées	<p>Mathématiques, français,</p> <p>En fonction de la problématique : histoire-géographie ou SVT</p>
Nombre d'heures par discipline Co-intervention envisagée ou non	<ul style="list-style-type: none"> • Mathématiques : environ 10h • Français : 2+4 = 6 h • Hgéo ou SVT : 8h
<p>Discipline 1 : Mathématiques</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Interpréter, représenter et traiter des données :</p> <p>Recueillir des données, les organiser.</p> <p>Lire des données sous forme de données brutes,</p> <p>Calculer des effectifs, des fréquences. Tableaux, représentations graphiques. (diagrammes en bâtons, diagrammes circulaires, histogrammes).</p> <p>Calculer et interpréter des caractéristiques de position ou de dispersion d'une série statistique. » Indicateurs : moyenne, médiane, étendue.</p>

<p>Discipline 2 : Français</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Écrire</p> <p>» Adopter des stratégies et des procédures d'écriture efficaces (rédaction d'un questionnaire)</p> <p>Lire</p> <p>» Lire des documents composites (y compris numériques) et des textes non littéraires (articles de journaux : interprétation critique de sondages).</p> <p>S'exprimer à l'oral</p> <p>» S'exprimer de façon maîtrisée en s'adressant à un auditoire.</p>
<p>Discipline 3 (éventuelle) :</p> <p>Histoire géographie et/ou SVT</p> <p>Parties de programme travaillées</p> <p>Compétences développées</p>	<p>Histoire géographie</p> <p>Thème 2 Les mobilités humaines transnationales</p> <p>» Un monde de migrants.</p> <p>Thème 2 de la classe de 4^e, « Les mobilités humaines transnationales »</p> <p>En lien avec la technologie ou les SVT.</p> <p>Thème 1 de la classe de 3^e, « Dynamiques territoriales de la France contemporaine ».</p> <p>En lien avec les sciences.</p> <p>SVT</p> <p>Corps humain et santé</p>
<p>Evaluation prévue</p>	<p>Productions d'affiches / production d'un livret classe ...</p> <p>Exposés oraux devant d'autres élèves</p> <p>Soutenance orale</p> <p>Évaluation par discipline</p>
<p>Utilisation du numérique</p>	<p>Utilisation d'un tableur pour la saisie des questionnaires et la création de graphiques</p>
<p>Contribution à un parcours</p>	<p>Parcours citoyen</p>
<p>Contribution à la pratique d'une langue vivante</p>	<p>Éventuellement : possibilité d'analyser des articles en langue étrangère</p>

12.10 Groupe « Valence : liaison primaire-collège »

Membres du groupe Marie Cécile Darracq : animateur Université Grenoble Alpes
Didier Cerdan, Nathalie Drouin, David Sorli : professeurs des écoles ;
Laurent Sautard, Béatrice Hermon Duc et en fin d'année Véronique Verkein : conseillers pédagogique de circonscription ;
Yoann Bonin, Virginie Clémenceau-Fresse, Béatrice Legoupil : enseignants en collège

Dates des séances IREM :

18/09 , 9/10, 6/11, 27 et 28/11 au regroupement à Cartusia, 11/12, 8 et 22/01, 5/02, 1/04, 13 et 20/05, 10/06 et regroupement du 17 et 18/06, 24/06.

Objectifs du groupe

Comment faire vivre le cycle 3 en mathématiques ?

12.10.1 Les activités du groupe

- Avec comme objectif la mise en place d'un stage « mixte » PAF/PDF sur le thème « Comment faire vivre le cycle 3 en Mathématiques ? », nous avons travaillé sur de nouveaux problèmes à prise d'initiatives et sur les dispositifs d'étayage nécessaires à la prise en compte de tous les élèves. Ces nouvelles tâches complexes sont « la fête de famille » et « la clôture ».
- Ces tâches complexes avec celle de l'an dernier « les glaces » ont permis de faire vivre le cycle 3 en mathématiques sur deux secteurs de collège, Loriol et Portes les Valence (16 classes de CM1-CM2 et les classes de sixième des deux collèges). Ces situations ont permis d'aboutir à un échange de productions d'élèves.
- Nous avons également animé des ateliers pendant la semaine des maths, notamment dans le cadre de la liaison école-collège au collège Jean Zay mais aussi à l'école élémentaire Condorcet avec une classe de sixième du collège Loubet.

12.10.2 « la fête de famille ».

Elle a été testée dans les quatre demi-classes de 6ième de Virginie, sur les quatre demi-classes de Béatrice également. David a mené la séance en CM2 (classe de 26 élèves) en deux séances de 1h. Pour les primaires, garder la manipulation avec les cartons tables et chaises semble indispensable. Cette activité a été testée par les neuf classes de CM2 des écoles du secteur Loriol donnant lieu à des productions écrites et/ou numériques (films, fichiers audio, diaporama, frise papier, affiches, images scannée).

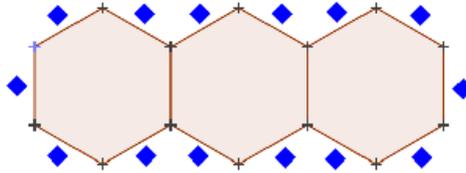
« La fête de famille »

Un couple souhaite organiser une grande fête de famille.

Document 1 : le plan de table

- Il faudra 23 tables hexagonales et elles seront disposées en trois rangées.
- La première rangée sera composée de 9 tables consécutives d'enfants où toutes les places seront occupées.
- Les autres tables seront destinées aux adultes. On sait qu'elles seront disposées en deux rangées identiques et que toutes les places seront occupées.

Voici un exemple de disposition :



Document 2 : l'horaire

La fête aura lieu de 11h30 à 18h.

Document 3 : les tarifs

- Menu enfant : 8 € par enfant.
- Menu adulte : 14,50 € par adulte.
- Location de la salle : 600 €.
- Disc-Jockey : 30 € de l'heure.

Le couple prévoit d'embaucher un DJ pendant toute la fête.

Toute heure entamée sera payée.

Question :

En utilisant les documents ci – dessus, aider ce couple à prévoir les dépenses pour organiser la fête de famille.

Suite de l'exercice :

Cette grande fête de famille aura lieu à Valence à 5 min à pied de la gare.

Une grande partie de la famille vient de Lyon en voiture et quelques membres de la famille viennent de Marseille en train.

Résumé de l'itinéraire Lyon –Valence

- Temps : 1h12 dont 00h55 sur autoroute.
- Distance : 104 km dont 94 km sur autoroute.

MARSEILLE SAINT-CHARLES (13000) - VALENCE-TGV (26000)

Départ :	8h44	9h10	10h14	10h18	10h23	11h10
Durée :	01h05	02h21	01h07	02h28	03h05	02h21
Voyagez avec :	TGV	TGV	TGV	TGV	TER	TER

Question : En utilisant les documents ci - dessus, déterminer l'heure à laquelle les lyonnais et les marseillais doivent partir au plus tard pour être à l'heure pour le début de la fête.

Suite de l'exercice :

Cette grande fête de famille aura lieu à Valence à 5 min à pied de la gare.

Une grande partie de la famille vient de Lyon en voiture et quelques membres de la famille viennent de Marseille en train.

Résumé de l'itinéraire Lyon –Valence

- Temps : 1h12 dont 00h55 sur autoroute.
- Distance : 104 km dont 94 km sur autoroute.

MARSEILLE SAINT-CHARLES (13000) - VALENCE-TGV (26000)

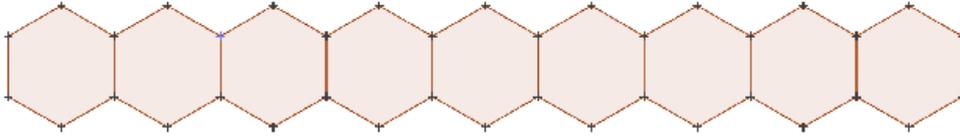
Aller entre 08h44 et 11h10 -

Départ :	8h44	9h10	10h14	10h18	10h23	11h10
Durée :	01h05	02h21	01h07	02h28	03h05	02h21
Voyagez avec :	TGV	TGV	TGV	TGV	TER	TER

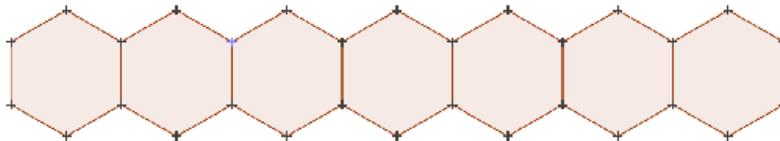
Question : En utilisant les documents ci - dessus, déterminer l'heure à laquelle les lyonnais et les marseillais doivent partir au plus tard pour être à l'heure pour le début de la fête.

Aide n°1 : Recherche du nombre d'enfants et du nombre d'adultes

Nombre d'enfants



Nombre d'adultes :



Aide n°2 : Calcul de la dépense totale

Prix des menus enfants :	
Prix des menus adultes :	
Location de la salle :	
Durée de la fête :	
Prix du disk-jockey :	
Total des dépenses :	

Correction :

Il y a 38 enfants

Il y a 60 adultes (ATTENTION ! bien vérifier que les élèves ont compté les deux rangées de tables)

Prix des menus enfants :	$38 * 8 = 304\text{€}$
Prix des menus adultes :	$60 * 14,50 = 870\text{€}$ ($60 * 1450$ et calculatrice)
Location de la salle :	600€
Durée de la fête :	6h30
Prix du disk-jockey :	$7 * 30 = 210\text{€}$
Total des dépenses :	1984€

Les lyonnais ne doivent pas partir après 10h18 et les marseillais doivent prendre le train de 10h14

Correction :

Il y a 38 enfants

Il y a 60 adultes (ATTENTION ! bien vérifier que les élèves ont compté les deux rangées de tables)

Prix des menus enfants :	$38 * 8 = 304\text{€}$
Prix des menus adultes :	$60 * 14,50 = 870\text{€}$ ($60 * 1450$ et calculatrice)
Location de la salle :	600€
Durée de la fête :	6h30
Prix du disk-jockey :	$7 * 30 = 210\text{€}$
Total des dépenses :	1984€

Les lyonnais ne doivent pas partir après 10h18 et les marseillais doivent prendre le train de 10h14

12.10.3 « la clôture ».

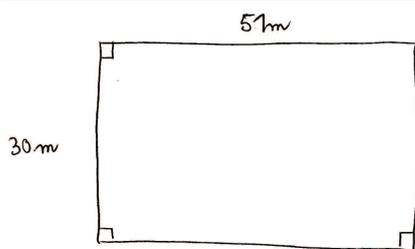
Maintenant voici “la cloture”. La séance a été testée en CM1 à Lagrange, précédemment version 1 chez Yoann, chez Béatrice sur les deux sixièmes et chez virginie sur une des deux. Les neuf classes de CM2 des écoles du secteur Loriol l’ont également testé (productions en attente).

La clôture



J'en ai assez ! Mon chien s'échappe régulièrement, j'ai peur qu'il ne se fasse écraser.
Je souhaite mettre une clôture avec un portillon autour de mon terrain pour le fermer.

Doc. 1- Plan du terrain réalisé à main levée



Doc. 3 – Portail en fer



Caractéristiques techniques :

Hauteur : 1,20 m
Largeur : 2 m
Serrure qui ferme à clé (3 clés incluses)
Couleur : vert

Question :

Le jardinier dispose de 2100 euros. Peut-il clôturer son jardin et à quel prix ?

Doc. 2 – Lots de clôture au choix



Le « lot de 5m de clôture » comprend :

- 5m de grillage
- les poteaux de 1,20 m de haut
- les rivets de fixation
- une notice d'installation

Le « lot de 7 m de clôture » comprend :

- 7m de grillage
- les poteaux de 1,20 m de haut
- les rivets de fixation
- une notice d'installation

Doc. 4 – Prix

« Portail en fer » : 187 €

« Lot de 5 m de clôture » : 61 €

« Lot de 7 m de clôture » : 82 €

Prolongement :

Le jardinier souhaite également refaire entièrement le gazon de son terrain.
Combien cela va – t – il lui coûter ?



13,90 € le sac de 5kg

Prolongement :

Le jardinier souhaite également refaire entièrement le gazon de son terrain.
Combien cela va – t – il lui coûter ?



13,90 € le sac de 5kg

Réponse :

Périmètre du terrain

$$30 \times 2 + 51 \times 2 = 162$$

Longueur de clôture

$$162 - 2 = 160$$

Nombre de lots

$$\text{Lot 5m : } 160 \div 5 = 32$$

32 lots à 5m

$$\text{Lot 7m : } 160 \div 7 \approx 22,85$$

23 lots à 7m

Prix de la clôture

$$32 \times 61 = 1952$$

$$23 \times 82 = 1886$$

Avec le portail en fer

$$1952 + 187 = 2139$$

$$1886 + 187 = 2073$$

Avec ses 2100 euros, il pourra clôturer son terrain pour 2073 euros en choisissant le lot de 7m de clôture.

Prolongement :

Aire du terrain

$$30 \times 51 = 1530$$

Nombre de sacs de gazon

$$1530 \div 200 = 7,65 \quad 8 \text{ sacs de gazon}$$

Prix

$$8 \times 13,90 = 111,20$$

Refaire entièrement son gazon lui coûtera 111,20 euros.

12.11 Groupe « Bonneville : liaison primaire-collège »

12.11.1 Membres du groupe

Le groupe réunit des enseignants du collège, une enseignante à l'ESPE de Grenoble, des enseignants en école primaire, un maître formateur et un conseiller pédagogique. Les participants 2015/2016 ont été : Valentin Buat Ménard (PLC), Patrick Colinet (Directeur d'école primaire), Michèle Gandit (Enseignante à l'ESPE de Grenoble), Damien Jacquemoud (PLC et formateur ESPE), Béatrice Marouze (PLC), Jean Christophe Salmon (PLC) et Clara Serre (PLC).

12.11.2 Thèmes et objectifs

Depuis 2013, le groupe s'intéresse à la liaison école collège. Nos essais à partir d'échanges entre enseignants et d'expérimentations dans les classes d'identifier au mieux les problématiques de nos secteurs.

Nos thèmes de travail sont :

- Échanges autour de problèmes entre CM2 et Sixièmes ou de défis maths
- Réflexion autour de la construction des nombres décimaux à l'école primaire et en classe de 6ème
- Participation à la formation à l'ESPE des professeurs des écoles en alternance

12.11.3 Nos actions

- en accord avec les programmes, nous avons cherché des problèmes où l'élève a une activité mathématique mettant en jeu des connaissances de CM2 et demandant un vrai travail de raisonnement. Nous avons mis en ligne un forum afin d'avoir plus de réactivité sur les échanges entre les élèves de CM2 et de 6ème. Nous avons créé des groupes avec deux élèves de CM2 échangeant avec deux élèves de 6ème. Malgré des difficultés techniques sur l'utilisation de ce forum et sa création, les réponses des élèves mettent en évidence une vraie progression de leurs recherches grâce à la communication de leurs résultats avec l'autre classe. Cette expérimentation n'a été analysée entièrement que pour un problème, il est donc impossible d'en tirer quelques conclusions. Nos hypothèses sont que les élèves progressent au sein de leur groupe dans une investigation en sachant prendre en compte le point de vue d'autrui, prennent conscience du besoin de communiquer leurs résultats, ont une motivation accrue pour résoudre le problème posé comparé au même problème en classe.
- proposer des formations aux professeurs des écoles en alternance M2 MEEF PE (un peu plus de 200 étudiants) . Cette année, le groupe IREM a partagé ses travaux de l'année 2014-2015 sur la construction des nombres décimaux lors d'un TD de l'UE renforcement didactique des mathématiques. Analyse des obstacles, besoin de réfléchir à une progression sur le cycle 3, proposer des situations-problèmes, ... Nous avons pu également partager notre expérience lors d'un TP de l'UE projet et partenariat sur les rallyes mathématiques en présentant des films d'une année de préparation au défi Maths Sans Frontières.

12.12 Groupe « Valence : liaison lycée-université »

12.12.1 Membres du groupe

Damien Achard, Aubry Colombet, Baptiste Cordeil, Jean-Étienne Rombaldi

12.12.2 Présentation

L'objectif principal de ce travail est de montrer aux élèves qui se destinent à des études scientifiques dans le supérieur les exigences mathématiques que l'on attendra d'eux l'année qui suit leur bac.

Nous présentons deux problèmes qui utilisent des notions à la marge du programme de terminale scientifique. L'un tournant autour du théorème de Fermat et des nombres de Carmichael, l'autre autour du théorème de Rolle et quelques applications.

Nous avons voulu insister sur l'idée légitime qu'en mathématiques on travaille à partir d'axiomes, définitions et théorèmes, le tout avec le maximum de rigueur. Ces exigences de précision et de rigueur sont parfois difficiles à respecter au vu des notions qui apparaissent dans les programmes actuels : par exemple, il est intéressant de démontrer le résultat essentiel en analyse réelle qui lie les variations d'une fonction dérivable au signe de sa dérivée.

Ce groupe de travail a été créé sur proposition de Christine Kazantsev qui nous a demandé de solliciter davantage les élèves de terminale scientifique en leur présentant des exercices plus exigeants que ceux du baccalauréat.

12.12.3 Dichotomie et théorème de Rolle

Nous sommes partis du constat que dans plusieurs démonstrations du programme de terminale scientifique, nous utilisons le fait qu'une fonction de dérivée nulle sur un intervalle est une fonction constante. Ce résultat semble très naturel car sa réciproque est évidente et les élèves n'ont pas conscience de la difficulté que revêt une telle démonstration. L'objectif de ce problème est donc de compléter les connaissances de terminale pour pallier en particulier ce manque.

Pour ce problème, nous utilisons l'axiome sur les suites croissantes majorées pour démontrer le théorème des valeurs intermédiaires admis en terminale scientifique. Puis, nous démontrons le théorème de Rolle duquel découle le théorème des accroissements finis. Nous pouvons alors démontrer en toute rigueur le théorème qui relie les variations d'une fonction dérivable au signe de sa dérivée.

Ce problème a été traité en classe, guidé par le professeur, en quatre séances d'une heure.

Lors de la première séance, nous avons démontré le théorème des valeurs intermédiaires. Lorsque nous demandons aux élèves de citer le théorème, ils énoncent tous une version ayant comme hypothèse la stricte monotonie de la fonction pour aboutir à l'existence et l'unicité d'une solution de l'équation $f(x) = 0$.

Aucun élève n'a retenu la version standard sans hypothèse de monotonie. Ceci est dû au fait que nous utilisons peu cette version dans les exercices abordés en terminale scientifique. Ce problème est l'occasion de clarifier ce point. Dans la question 2-a), les élèves pensent à la démonstration par récurrence mais ils ont du mal à la rédiger. Cependant 4 élèves proposent une rédaction correcte. Dans la question 2-b), certains élèves reconnaissent une suite géométrique de raison $\frac{1}{2}$ et concluent. Dans la question 2-c), certains élèves répondent facilement. Après explications par le professeur, tous reconnaissent un raisonnement classique utilisé régulièrement en terminale scientifique. La question 2-d) est expliquée rapidement par le professeur car le temps de la séance est écoulé.

Lors de la deuxième séance, le théorème de Rolle est abordé jusqu'à la question 2-c). Dans la question 1-a), plusieurs élèves ne se contentent pas d'une courbe avec un seul changement de variation et envisagent des courbes plus élaborées (comme par exemple des courbes de fonctions périodiques). Une bonne partie des élèves, construisent correctement α_1 et β_1 . Aucun élève n'envisage qu'une fonction ne soit pas dérivable en certains points de l'intervalle. Dans la question 1-b), une discussion s'installe entre les élèves et le professeur. Les élèves proposent leurs conjectures :

- la longueur des intervalles tend vers 0
- les suites (α_n) et (β_n) tendent vers la même limite

- on s'approche d'un extremum local
- on s'approche d'un point où la dérivée est nulle

Ainsi, les élèves parviennent à pressentir le théorème de Rolle. Dans la question 2-a), les élèves pensent à utiliser le théorème des valeurs intermédiaires mais se confrontent à plusieurs problèmes. Certains cherchent le sens de variation de la fonction alors qu'il n'est pas utile ici. Peu comprennent l'hypothèse à vérifier pour appliquer ce théorème : $g(a)g(\frac{a+b}{2}) \leq 0$. Enfin, certains élèves parviennent à la solution sans aide. La question 2-c) difficile est admise car la séance se termine.

Au début de la troisième séance, le professeur explique oralement la question 2-c), étant donnée sa difficulté.

Pour l'itération du procédé, le professeur demande aux élèves : « comment feriez-vous ? », réponse : « c'est le même principe » et « on ferait une récurrence », ce qui suffit.

La question 4. est correctement faite par un élève assez rapidement.

Pour la question 5. il y a quelques erreurs intéressantes, par exemple « $\ell - \alpha_n \neq 0$ existe car une limite n'est jamais atteinte ». Aucun élève ne sait résoudre sans aide. En précisant que la question 2-c) est importante, un élève comprend immédiatement que l'intervalle ouvert de la question 2-c) entraîne la stricte monotonie des suites. C'est l'occasion pour le professeur de montrer que pour une suite convergente strictement monotone la limite n'est jamais atteinte.

Pour 5-b), trois élèves pensent au taux de variations.

La conclusion en 5-c) n'est pas évidente pour les élèves, il faut leur donner l'indication sur l'importance du signe des $u_n v_n$.

Pour la quatrième et dernière séance on s'est intéressé à l'application du théorème de Rolle au théorème des accroissements finis et à son utilité pour l'étude des variations des fonctions dérivables.

Avec l'aide du professeur, cette séance s'est déroulée de façon efficace, faisant abstraction de quelques mal-adresses.

Le fait que les quatre séances étaient clairsemées a été une difficulté (il faut se remémorer le problème).

12.12.4 Sur le théorème de Fermat

La première question présente une démonstration élémentaire du théorème de Fermat en exploitant tout simplement le fait que, pour tout entier relatif a , le groupe cyclique $\frac{\mathbb{Z}}{p\mathbb{Z}}$ est engendré par \bar{a} si, et seulement si, a est premier avec p .

Dans ce cas, on a :

$$\frac{\mathbb{Z}}{p\mathbb{Z}} = \{\bar{r}_0, \bar{r}_1, \dots, \bar{r}_{p-1}\}$$

où, pour k compris entre 0 et $p - 1$, r_k est le reste dans la division euclidienne de ka par p , ce qui permet de vérifier que $(p - 1)! a^{p-1} \equiv r_1 r_2 \dots r_{p-1} \pmod{p}$, puis que $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$.

Avec les questions 3. et 4. on explique comment construire des exercices qui consistent à trouver le reste dans la division euclidienne par un nombre premier p d'un entier de la forme a^b . Utilisant le théorème de Fermat, c'est un jeu d'enfant.

Avec les questions 4. et 5. on s'intéresse à un test de non primalité et un test de primalité.

Pour des élèves motivés, on pourrait introduire la fonction indicatrice d'Euler φ et sur la base du théorème qui suit construire un problème (toujours avec les restrictions des programmes actuels). Ce théorème donne plusieurs caractérisations des nombres premiers.

Théorème 1

Pour tout entier $n \geq 2$, les assertions suivantes sont équivalentes :

1. n est premier ;
2. pour tout entier naturel non nul α , on a $\varphi(n^\alpha) = (n - 1) n^{\alpha-1}$;
3. $\varphi(n) = n - 1$;
4. n est premier avec tout entier compris entre 1 et $n - 1$;

5. $\frac{\mathbb{Z}}{n\mathbb{Z}}$ est un corps ;

6. $\frac{\mathbb{Z}}{n\mathbb{Z}}$ est intègre ;

7. $(n-1)! \equiv -1 \pmod{n}$ (théorème de Wilson) ;

8. $(n-2)! \equiv 1 \pmod{n}$;

9. pour tout k compris entre 1 et n , on a $(n-k)!(k-1)! \equiv (-1)^k \pmod{n}$;

10. $n = 2$ ou n est impair et $\left(\left(\frac{n-1}{2}\right)!\right)^2 \equiv (-1)^{\frac{n+1}{2}} \pmod{n}$;

11. pour tout entier k compris entre 1 et $n-1$, on a $\binom{n}{k} \equiv 0 \pmod{n}$;

12. pour tout entier k compris entre 1 et $n-1$, on a $\binom{n}{k} \equiv 0 \pmod{n}$ et $\binom{n-1}{k} \equiv (-1)^k \pmod{n}$;

13. il existe un entier relatif a premier avec n tel que $(X + \bar{a})^n = X^n + \bar{a}$ dans $\mathbb{Z}_n[X]$.

On s'intéresse ensuite à une « réciproque » du théorème de Fermat.

Cette « réciproque » est fautive comme le montre l'exemple suivant.

La décomposition en facteurs premiers de $n = 561$ est $n = 3 \cdot 11 \cdot 17 = \prod_{k=1}^3 p_k$.

Dire que l'entier a est premier avec 561 équivaut à dire qu'il est premier avec chaque p_k et le théorème de Fermat nous dit que $a^{p_k-1} \equiv 1 \pmod{p_k}$ et en remarquant que 560 est divisible par chaque $p_k - 1$ ($560 = 2 \cdot 280 = 10 \cdot 56 = 16 \cdot 35$), on en déduit que $a^{560} \equiv 1 \pmod{p_k}$ pour $k = 1, 2, 3$.

L'entier $a^{560} - 1$ est donc multiple de chaque p_k et en conséquence de leur ppcm qui vaut $\prod_{k=1}^3 p_k = n$, soit $a^{560} \equiv 1 \pmod{561}$.

En conclusion $n = 561$ est tel que $a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}$ pour tout a premier avec n et n n'est pas premier.

Cela nous conduit à la définition des nombres de Carmichael.

On propose de montrer une partie du théorème suivant.

Théorème 2 (Korselt)

Soit $n \geq 3$ un entier. Les assertions suivantes sont équivalentes :

1. il existe un entier $r \geq 3$ et des nombres premiers $3 \leq p_1 < \dots < p_r$ tels que $n = \prod_{j=1}^r p_j$ et, pour tout indice j compris entre 1 et r , $p_j - 1$ divise $n - 1$;

2. n est non premier et :

$$\forall x \in \frac{\mathbb{Z}}{n\mathbb{Z}}, x^n = x$$

3. n est un nombre de Carmichael.

Nous faisons remarquer aux élèves que c'est en 1994 qu'il a été montré qu'il existe une infinité de nombres de Carmichael (Alford, Granville et Pomerance).

L'expérimentation avec quelques élèves a été intéressante. Ce problème a été donné en devoir libre aux élèves de spécialité mathématique. Peu d'élèves l'ont rendu. Ce problème étant difficile, il eut été plus efficace de le traiter en classe avec le professeur comme guide. Mais c'est faute de temps et de moyens (accompagnement personnalisé, etc...) que cela n'a pas été fait.

Les élèves ayant rendu une copie ont traité une bonne partie du problème et le résultat est relativement satisfaisant malgré quelques erreurs.

De manière générale, les problèmes d'arithmétique sont déstabilisants pour les élèves du fait que les raisonnements effectués ne sont pas habituels pour eux. De plus, nous sommes limités aux élèves de spécialité et la notion de nombre premier est plutôt abordée en fin d'année.

12.12.5 Conclusions

Comme l'année précédente, cette expérience a semblé enrichissante pour les élèves motivés. Ils ont pu se confronter à de réelles difficultés mais cela ne les a pas découragés. De notre point de vue, il est clair que ce type d'expérience est à généraliser.

On peut signaler que la R. M. S. (Revue de la filière Mathématique : www.rms-math.com) publie des articles et notes de cours portant sur des questions liées à l'enseignement secondaire avec la rubrique « Du côté des élèves de terminale scientifique ». Il serait bon d'inciter les élèves motivés à consulter cette revue (disponible dans quelques Lycées).

Par exemple, dans le numéro 3 d'avril 2016, on peut trouver l'énoncé suivant.

Questions proposées aux élèves de terminale scientifique.

1. Soit $n \in \mathbb{N}^*$. On dit que n est un nombre parfait si la somme de ses diviseurs positifs est $2n$. Déterminer l'ensemble des nombres parfaits n tels que $n - 1$ et $n + 1$ sont tous deux premiers.

2. Soient x, y deux nombres réels distincts strictement positifs.

Démontrer l'inégalité :

$$\sqrt{x^2 + y^2} + \sqrt{xy} > \frac{x + y}{2} + \frac{x - y}{\ln(x) - \ln(y)}$$

3. Soient (Γ) un cercle de l'espace et $ABCD$ un quadrilatère convexe inscrit dans (Γ) . Soit S un point de l'axe de (Γ) (c'est-à-dire de la perpendiculaire au plan de (Γ) passant par son centre). Pour $M \in \{A, B, C, D\}$, on note N et P les sommets de $ABCD$ voisins de M et on appelle angle dièdre d'arête (SM) l'angle dièdre des plans (SMN) et (SMP) .

Démontrer que la somme des angles dièdres d'arêtes (SA) et (SC) est égale à la somme des angles dièdres d'arêtes (SB) et (SD) .

4. Soit $(X_n)_{n \in \mathbb{N}^*}$ une suite de variables aléatoires continues de même loi, mutuellement indépendantes. On définit la variable aléatoire Y en fonction de cette suite de la façon suivante :

S'il existe $n \in \mathbb{N}^*$ tel que $X_1 \leq \dots \leq X_n$ et $X_{n+1} < X_n$, l'entier n est unique et Y prend la valeur $n + 1$. Dans le cas contraire, Y prend la valeur $+\infty$.

Déterminer la loi de Y puis calculer son espérance.

Problème : l'inégalité de Fisher

... (voir le numéro correspondant de la R. M. S.).

12.12.6 Problème 1 : Dichotomie et théorème de Rolle

– I – Le théorème des valeurs intermédiaires

1. Énoncer le théorème des valeurs intermédiaires.
2. On propose une démonstration du théorème des valeurs intermédiaires.

Soient $a < b$ deux réels et $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ une fonction continue telle $f(a) < 0 < f(b)$.
On construit, par récurrence, les suites réelles $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$ de la manière suivante :
 $a_0 = a, b_0 = b$;
pour tout $n \geq 0$:

$$\begin{cases} \text{si } f\left(\frac{a_n + b_n}{2}\right) > 0, \text{ alors } a_{n+1} = a_n \text{ et } b_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2} \\ \text{sinon } a_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2} \text{ et } b_{n+1} = b_n \end{cases}$$

(a) Montrer que, pour tout entier $n \geq 0$, on a :

$$a \leq a_n \leq a_{n+1} \leq b_{n+1} \leq b_n \leq b$$

- (b) Montrer que la suite $(b_n - a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ converge vers 0.
(c) Montrer que les suites $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$, convergent vers une même limite $\ell \in [a, b]$.
(d) Montrer que $f(\ell) = 0$.

– II – Le théorème de Rolle

Soient $a < b$ deux réels et $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ une fonction continue telle $f(a) = f(b)$.

1. Pour cette question, un logiciel de géométrie dynamique peut être utile.
 - (a) En dessinant la courbe représentative d'une telle fonction f , placer approximativement sur l'axe des abscisses deux réels $\alpha_1 < \beta_1$ dans $]a, b[$ tels que :
$$\begin{cases} \beta_1 - \alpha_1 \leq \frac{b-a}{2} \\ f(\alpha_1) = f(\beta_1) \end{cases} \quad (1)$$
 - (b) En itérant ce procédé, que peut-on conjecturer ?
2. L'objectif de cette question est de prouver l'existence d'un couple de réels (α_1, β_1) vérifiant (1) avec la condition $a < \alpha_1 < \beta_1 < b$.

(a) En désignant par g la fonction définie par :

$$\forall x \in \left[a, \frac{a+b}{2} \right], g(x) = f\left(x + \frac{b-a}{2}\right) - f(x)$$

montrer qu'il existe un réel $\alpha \in \left[a, \frac{a+b}{2} \right]$ tel que $g(\alpha) = 0$.

(b) Montrer qu'il existe un réel $\beta \in \left[\frac{a+b}{2}, b \right]$ tel que $\beta - \alpha = \frac{b-a}{2}$ et $f(\beta) = f(\alpha)$.

(c) Dédurre de ce qui précède l'existence de deux réels $\alpha_1 < \beta_1$ dans $]a, b[$ tels que :

$$\begin{cases} \beta_1 - \alpha_1 \leq \frac{b-a}{2} \\ f(\alpha_1) = f(\beta_1) \end{cases}$$

Il est conseillé de faire des dessins.

3. *Itération du procédé.*

Justifier l'existence de deux suites réelles $(\alpha_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(\beta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ telles que :

$$\begin{cases} \alpha_0 = a, \beta_0 = b \\ \forall n \in \mathbb{N}^*, \begin{cases} [\alpha_n, \beta_n] \subset]\alpha_{n-1}, \beta_{n-1}[\\ \beta_n - \alpha_n \leq \frac{\beta_{n-1} - \alpha_{n-1}}{2} \\ f(\alpha_n) = f(\beta_n) \end{cases} \end{cases}$$

4. *Convergence du procédé.*

Montrer que les suites $(\alpha_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(\beta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ convergent vers une même limite $\ell \in]a, b[$.

5. On suppose pour cette question que la fonction f est dérivable sur l'intervalle $]a, b[$.

On définit les suites $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(v_n)_{n \in \mathbb{N}}$ par :

$$\forall n \in \mathbb{N}^*, \begin{cases} u_n = \frac{f(\ell) - f(\alpha_n)}{\ell - \alpha_n} \\ v_n = \frac{f(\beta_n) - f(\ell)}{\beta_n - \ell} \end{cases}$$

(a) Justifier l'existence de $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(v_n)_{n \in \mathbb{N}}$.

(b) Montrer que :

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} v_n = f'(\ell)$$

(c) Montrer que $f'(\ell) = 0$.

En définitive, nous avons montré le :

Théorème (Rolle) : Si f est une fonction à valeurs réelles définie sur un segment $[a, b]$ non réduit à un point, continue sur cet intervalle et dérivable sur l'intervalle ouvert $]a, b[$ avec $f(a) = f(b)$, il existe alors un réel $\ell \in]a, b[$ tel que $f'(\ell) = 0$.

- III - Applications

Soient $a < b$ deux réels et f une fonction numérique continue sur $[a, b]$ et dérivable sur $]a, b[$.

1.

(a) Déterminer l'expression réduite de la fonction affine h qui coïncide avec f en a et b .

(b) En appliquant le théorème de Rolle à une fonction judicieusement choisie, montrer qu'il existe un réel $c \in]a, b[$ telle que :

$$f(b) - f(a) = (b-a) f'(c)$$

Ce résultat est le *théorème des accroissements finis*.

2. Montrer (enfin) les théorèmes admis en classe de première :

(a) La fonction f est croissante sur $[a, b]$ si, et seulement si, sa dérivée f' est positive sur $]a, b[$.

(b) La fonction f est constante sur $[a, b]$ si, et seulement si, sa dérivée f' est nulle sur $]a, b[$.

(c) Si f' est strictement positive sur $]a, b[$, la fonction f est alors strictement croissante sur $[a, b]$.

(d) Qu'en est-il de la réciproque du résultat précédent ?

12.12.7 Problème 2 : Sur le théorème de Fermat

Pour tout entier naturel n , la factorielle de n est l'entier $n!$ défini par $0! = 1$ et pour $n > 1$, $n! = n \cdot (n - 1) \cdot \dots \cdot 1$.

Soient n un entier naturel et a, b deux entiers relatifs.

On dit que a est congru à b modulo n si, et seulement si, n divise $b - a$, ce qui se note :

$$a \equiv b \pmod{n}$$

On rappelle le théorème de division euclidienne.

Soit $(a, b) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{N}^*$. Il existe un unique couple $(q, r) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{N}$ tel que :

$$\begin{cases} a = bq + r \\ 0 \leq r < b \end{cases}$$

On dit qu'un entier naturel p est premier s'il est supérieur ou égal à 2 et si les seuls diviseurs positifs de p sont 1 et p .

On rappelle le théorème de Gauss : soient a, b, c des entiers relatifs non nuls, si a divise bc et a est premier avec b alors a divise c .

On rappelle le lemme d'Euclide : soient p un nombre premier et r un entier naturel supérieur ou égal à 2, si p divise le produit $n_1 n_2 \cdots n_r$ de r entiers naturels non nuls, alors p divise l'un des n_k .

1. Une démonstration du théorème de Fermat.

Soit $p \geq 2$ un nombre premier.

(a) Soit a un entier relatif premier avec p .

Pour tout entier k compris entre 1 et $p - 1$, on note r_k le reste dans la division euclidienne de ka par p .
Montrer que les r_k sont deux à deux distincts et compris entre 1 et $p - 1$.

(b) En utilisant les notations de la question précédente, montrer que pour tout entier relatif a premier avec p , on a :

$$(p - 1)! a^{p-1} \equiv r_1 r_2 \cdots r_{p-1} \pmod{p}$$

(c) En déduire que, pour tout entier relatif a premier avec p , on a :

$$a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$$

(théorème de Fermat).

2. Soit n un nombre premier. Montrer que les assertions suivantes sont équivalentes :

(i) pour tout entier relatif a premier avec n , on a : $a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}$

(ii) pour tout entier relatif a , on a : $a^n \equiv a \pmod{n}$

3.

(a) Calculer le reste dans la division euclidienne de 3045^{2018} par 13.

(b) Calculer le reste dans la division euclidienne de 3044^{2018} par 13.

4. De manière plus générale, comment simplifier le calcul du reste dans la division euclidienne par un nombre premier p d'un entier de la forme a^b , où a, b sont des entiers naturels plus grands que p ?

5. Un test de non primalité.

Comment utiliser le théorème de Fermat comme test de non primalité d'un entier $n \geq 3$?

6. Soit $n \geq 2$ un entier tel que $a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}$ pour tout entier a compris entre 2 et $n - 1$.
En utilisant le théorème de Bézout, montrer que n est premier.

Définition : On appelle nombre de Carmichael tout entier $n \geq 3$ non premier tel que pour tout entier relatif a premier avec n , on a $a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}$ (propriété de Fermat).

7. Montrer qu'un nombre de Carmichael est impair.

8. 561 est un nombre de Carmichael.

(a) Donner la décomposition en facteurs premiers de l'entier $n = 561$ (sans utiliser de calculatrice, bien sûr).

(b) Vérifier que 560 est divisible par 2, par 10 et par 16.

Soit $a \in \mathbb{Z}$ premier avec 561.

(c) Montrer que a est premier avec chaque entier $p_1 = 3, p_2 = 11$ et $p_3 = 17$.

(d) Montrer que, pour $k = 1, 2, 3, p_k$ divise $a^{p_k-1} - 1$.

(e) Montrer que, pour $k = 1, 2, 3, p_k$ divise $a^{560} - 1$.

(f) En déduire que 561 divise $a^{560} - 1$ et conclure.

9. Soit $n \geq 3$ un entier pour lequel il existe un entier $r \geq 2$ et des nombres premiers

$3 \leq p_1 < \dots < p_r$ tels que $n = \prod_{j=1}^r p_j$ et, pour tout indice j compris entre 1 et $r, p_j - 1$ divise $n - 1$.

(a) Dans cette question nous allons démontrer que nécessairement $r \geq 3$.

On suppose que $r = 2$, c'est-à-dire que $n = p_1 p_2$ avec $p_1 < p_2$ premiers tels que $p_1 - 1$ et $p_2 - 1$ divisent $n - 1$.

En effectuant la division euclidienne de $n - 1$ par $p_2 - 1$ de deux manières différentes, montrer que l'on aboutit à une contradiction et conclure.

(b) Montrer que n un nombre de Carmichael.

(c) Vérifier que 1105 et 41041 sont des nombres de Carmichael.

10. Soit $a \in \mathbb{N}^*$ tel que les entiers $p_1 = 6a + 1, p_2 = 12a + 1$ et $p_3 = 18a + 1$ soient premiers.

Montrer que $n = p_1 p_2 p_3 = p_1 (2p_1 - 1) (3p_1 - 2)$ est un nombre de Carmichael.

Donner des exemples.

On peut montrer le résultat suivant, ce qui est plus difficile.

Théorème 3 (Korselt)

Soit $n \geq 3$ un entier. Les propriétés suivantes sont équivalentes :

1. il existe un entier $r \geq 3$ et des nombres premiers $3 \leq p_1 < \dots < p_r$ tels que $n = \prod_{j=1}^r p_j$ et, pour tout indice j compris entre 1 et $r, p_j - 1$ divise $n - 1$;

2. n est non premier et :

$$\forall a \in \mathbb{Z}, a^n \equiv a \pmod{n}$$

3. n est un nombre de Carmichael.

12.13 Groupe « Primaire »

12.13.1 Membres du groupe

Broin Pauline, Conseillère pédagogique, Grenoble, <Pauline.Boyer@ac-grenoble.fr>, Boissel Sandrine, PEMF Ulis Munch, Grenoble, <Sandrine.Boissel@ac-grenoble.fr>, Croset Marie-Caroline, Formatrice ESPE, <Marie-Caroline.Croset@imag.fr> Divisia Anne, PEMF Ecole Bizanet, Grenoble <divisianne@gmail.com>, Hamze Hélène, PEMF Ecole Robespierre de Fontaine, <helene.hamze@ac-grenoble.fr> Mastrot Géraldine, PEMF Ecole Marcel Cachin, <Geraldine.Mastrot@ac-grenoble.fr> Touchard Evelyne, Conseillère pédagogique départementale Math- sciences, <Evelyne.Touchard@ac-grenoble.fr>

En janvier 2015, nous avons constitué un groupe Irem composé de 7 formatrices : conseiller pédagogique, formatrice ESPE en maths et PEMF exerçant dans différents cycles et en enseignement spécialisé. Notre réflexion a porté sur l'enseignement de la numération décimale de position depuis le CP jusqu'au collège, dont la maîtrise conditionne l'apprentissage et la compréhension d'autres champs mathématiques : calcul, mesures de grandeurs... Notre réflexion a abouti à expérimenter dans une classe de CP une activité ritualisée que nous allons présenter dans cet article. Cette activité s'appuie sur un dispositif pédagogique utilisé par de nombreux enseignants : le dénombrement des jours d'école, surnommé parfois « Chaque jour compte ». Ce dispositif est parfois réduit à atteindre le 100e jour d'école alors qu'il peut permettre de répondre de manière assez complète aux objectifs d'apprentissage portant sur la numération décimale.

12.13.2 Point théorique

Le système de désignation des nombres en écriture chiffrée, le système de « numération décimale de position », utilisé par notre société actuellement fut imaginé plus de vingt siècles avant notre ère par les Babyloniens. Il permet de désigner n'importe quelle quantité avec un répertoire limité de signes (des chiffres), et ce de manière unique : une décomposition en une somme d'unités de numération dans laquelle chaque unité est présente en au plus 9 exemplaires (théorème de décomposition polynomiale d'un entier en base dix). Ce système repose sur deux principes fondamentaux (Serfati, 2005 ; Tempier, 2010) :

la position du signe au sein du nombre écrit réfère à une unité : dans 3264, le 3 représente 3 milliers car il est en 4ème position (en partant de la droite), le 2 représente 2 centaines ..., etc. Les mots unités, dizaines, centaines, ... sont appelées « unités de la numération ». Un même signe, un même chiffre n'a pas donc pas la même valeur selon sa position.

Les différentes unités sont liées entre elles par des « relations » décimales : dix unités d'un certain ordre sont égales à une unité de l'ordre immédiatement supérieur : dix unités c'est une dizaine, dix dizaines c'est une centaine, etc.

Ces deux aspects de la numération sont en jeu également dans le calcul posé, le calcul mental ou encore les conversions de mesures. C'est pourquoi comprendre les principes de la numération décimale de position représente un enjeu important de l'école primaire. Plusieurs travaux de recherche ont mis en évidence l'importance de donner du sens à la numération pour éviter ou dépasser certaines difficultés et erreurs qui persistent (Parouty, 2005). Le travail sur le sens passe en particulier par un travail sur la compréhension des règles de groupements et d'échanges et leur mobilisation dans la résolution de problèmes.

12.13.3 Des hypothèses de travail

Notre groupe s'est entendu autour de trois hypothèses de travail

1. Construire son propre matériel de numération

La question de la manipulation est une question centrale en psychologie, pédagogie et didactique. Bruner (Barth, 1987) expliquait que le savoir pouvait être représenté selon trois modes.

– Le mode énonciatif où on apprend par l'action, par la manipulation.

– Le mode iconique où il s’agit « de pouvoir représenter quelque chose sans l’avoir sous les yeux. L’action est transformée en image mentale » (Barth, 2011, p116)

– Le mode symbolique qui propose une représentation abstraite : « Le système symbolique représente les choses par des symboles qui sont déconnectés et arbitraires. Un mot ne désigne ni son signifié du doigt, ni ne lui ressemble comme « une image » » (Bruner, 1973). La représentation visuelle arabe, l’écriture chiffrée d’un nombre, en fait partie.

Faire construire le matériel de numération par l’élève permet de prendre en charge l’aspect décimal de la numération.

2. Ritualiser l’activité d’apprentissage

Une question que le professeur des écoles se pose régulièrement est quel temps consacré à l’apprentissage de telle notion ? La séquence doit-elle être concentrée dans le temps ou a-t-elle intérêt à être étalée dans le temps ? Des études récentes de neurosciences nous aident à répondre à ces questions (Dehaene, 2015, Eustache & B. Guillery- Girard, 2016). Elles montrent l’importance de ritualiser les apprentissages. La notion travaillée s’installe ainsi dans la mémoire à long terme.

Les activités d’apprentissage que nous cherchions à mettre en place doivent donc être ritualisées, cumulatives et enrichies.

3. Différencier mais pas individualiser

Nous étions d’accord sur le principe d’un rituel mais nous ne souhaitons pas tomber dans l’écueil suivant : un rituel qui ne mettrait qu’un seul élève en activité, « celui qui fait au tableau » et qui serait imposé à un groupe classe observateur. Nous étions donc vigilantes sur l’importance d’un rituel collectif qui intègre évidemment des modalités de différenciation.

12.13.4 Bilan

Le rituel repose sur les principes forts suivants :

- un matériel de numération mettant l’accent sur l’aspect décimal
- un matériel qui permet la construction de la dizaine par les élèves
- un matériel de référence vecteur d’images mentales
- un rituel cumulatif et évolutif
- un rituel collectif et différencié

Ce rituel a donc été expérimenté en classe de CP. Il a donné lieu à des vidéos. Un article est en cours de rédaction. Cette réflexion commune menée dans la durée peut permettre :

- d’expérimenter sous contrôle, et ainsi de faire émerger des solutions adaptées et réalistes ;
- de proposer des formations d’enseignants s’appuyant fortement sur la recherche ;
- de produire des ressources pour l’enseignement et la formation.

Le groupe espère avoir un impact sur la formation initiale et continue des PE et s’inscrire dans les projets d’école. Nous espérons poursuivre ce travail mené en CP dans les autres classes de cycle 2.

12.13.5 Bibliographie

BARTH B. M. (2011) L’apprentissage de l’abstraction. Retz.

BEDNARZ N., JANVIER B. (1984) La numération : les difficultés suscitées par son apprentissage. Grand N, n°33, 5-31.

BRISSIAUD R. (2011) Comment les enfants apprennent à calculer. Retz.

BRUNER J. S. (1973) The relevance of education. New York : Norton.

CHARNAY (2003) Enseigner à l’école primaire - Comment enseigner les nombres entiers et la numération décimale, Hatier.

DEHAENE S. (1992)

DEHAENE S. (2015) La mémoire et son optimisation, conférence du 17/02/15 (collège de France)

- EUSTACHE F. GUILLERY-GIRARD B. (2016) La neuroéducation - la mémoire au cœur des apprentissages. Odile Jacob.
- FUSON K. BRIARS D. (1990) Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first- and second-grade place value and multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (3), 180-206.
- McCloskey M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing : Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.
- PAROUTY V. (2005) Compter sur les erreurs pour compter sans erreurs : état des lieux sur l'enseignement de la numération décimale de position au cycle 3. In Commission Inter-IREM COPIRELEM (Ed.) Actes du XXXIème colloque sur la formation des maîtres (Cédérom). Toulouse : IREM de Toulouse.
- RAMANI G.B. SIEGLER R. S. (2014). How informal learning activities can promote children's numerical knowledge. In R. C. Kadosh, & A. Dowker (Eds.), *Oxford handbook of numerical cognition*. Oxford U.
- SERFATI M. (2005) La révolution symbolique. La constitution de l'écriture symbolique mathématique. Paris : Pétra.
- TEMPIER F. (2010) Une étude des programmes et manuels sur la numération décimale au CE2. *Grand N*, 86, 59-90.

12.14 Groupe « Algèbre élémentaire dynamique »

12.14.1 Membres du groupe

Nataly Essonier, Formatrice Maths-Sciences Physique, Savoie

Michèle Gandit, ESPE de Grenoble

Claire Geoffroy, Collège Chartreuse, St Martin le Vinoux

Thomas Meyer, Collège Gérard Philippe, Fontaine

Emilie Quéma, Collège Fantin Latour, Grenoble

12.14.2 Introduction

Le travail du groupe a démarré en 2014-2015 dans le cadre du projet européen MC- Squared (Mathematical Creativity Squared, <http://www.mc2-projet.eu/>) qui cherche à développer un environnement informatique créatif permettant de stimuler la créativité dans la pensée mathématique.

Or concernant l'enseignement de l'algèbre élémentaire, les pratiques des enseignants sont centrées sur le travail des techniques algébriques. On constate des difficultés à faire vivre les dialectiques entre le registre des écritures algébriques et les registres des graphiques et des écritures numériques (voir le numéro spécial de RDM sur l'enseignement de l'algèbre élémentaire, 2012). La plupart du temps, les justifications concernant les transformations d'écritures algébriques se situent sur le plan de « on a le droit de... » ou « on n'a pas le droit de... » (Coulange & Grugeon, 2008). Par ailleurs, les ressources utilisées par les enseignants concernant l'algèbre élémentaire ne cherchent pas à développer la pensée créative des élèves.

C'est la création de ressources « créatives » dans le cadre de l'algèbre élémentaire qui guide le travail de notre groupe. Ce côté créatif dans la pensée mathématique s'est développé suivant trois axes. Le premier est l'appui sur des manipulations de matériel pour la construction d'une pensée algébrique, dès la fin du cycle 3 (élèves de 10-11 ans). Nous nous sommes interrogés sur l'accès des élèves de cet âge à cet aspect généralisateur du recours à l'utilisation d'une lettre pour décrire une situation et l'étudier. Le second est celui de la fabrication d'un livre numérique consacré à l'algèbre élémentaire et faisant intervenir un logiciel, en développement, nommé Epsilon-Writer (<http://www.epsilon-publi.net>), qui permet d'agir sur les formules algébriques, par des gestes tels que le « glisser-déposer » (voir figure ci-dessous).

$$-4x + 4 > 6$$

$-4x + 4 > 6 \rightsquigarrow -4(x-1) > 6$	Explication : Mise en facteur de -4
$-4(x-1) > 6 \rightsquigarrow x-1 < \frac{6}{-4}$	Geste : Passage multiplicatif d'une expression négative dans l'autre membre, le facteur devient diviseur, changement de sens de l'inégalité Explication : Division des deux membres par -4

$$x-1 < \frac{6}{-4}$$

Le troisième axe se situe dans la fabrication de « jeux » permettant « d'accrocher » les élèves sur des questions mathématiques auxquelles il s'agit de répondre rapidement, les TQuiz.

Ces trois axes sont développés dans la suite, les deux premiers évoquent la construction d'une pensée algébrique. Celle-ci se caractérise par une capacité d'abstraction mise en jeu dans des situations de généralisation ou de preuve. Sur le plan didactique, nous entendons algèbre au sens d'un domaine comportant l'art de la résolution de problèmes numériques, s'appuyant sur les ensembles de nombres et leurs propriétés, d'un ensemble de systèmes sémiotiques de représentation (Duval, 1993), ainsi que de signes créant un ensemble sémiotique, au sens de « semiotic bundle » (Arzarello, 2006).

12.14.3 Construction d'une pensée algébrique en mode « matériel, papier, crayon » (1er trimestre)

L'algèbre est à la fois un outil et un objet (Douady, 1986). L'algèbre en tant qu'outil permet de donner du sens aux lettres comme des nombres généralisés via des situations de généralisation et de preuve. C'est cet aspect que nous voulons développer. Cependant, concernant la construction d'une pensée algébrique, Radford (2009, 2015) défend l'idée que c'est une erreur d'étudier le développement de cette pensée, seulement en regardant sa dimension symbolique (utilisation de la lettre). Il introduit la dimension gestuelle dans le développement de la pensée algébrique. Il étudie ainsi certains gestes développés par des élèves qui essaient de modéliser la construction d'une suite de figures. Nous avons repris cette idée en mettant au point une situation d'étude d'une suite de figures constituées de carreaux : le nombre de carreaux de chaque figure augmente de façon arithmétique (on ajoute trois carreaux) à partir de la première figure constituée de trois carreaux. Le premier objectif était de savoir si les élèves allaient utiliser une lettre ou un autre artifice pour décrire un processus de généralisation. Un second objectif, valable surtout en 6e, était de voir si certains gestes « généralisateurs » allaient être accomplis par les élèves.

L'expérimentation de cette situation a eu lieu dans quatre classes de collège, dont une 6e, (dont les élèves n'avaient pas encore rencontré l'usage de la lettre) et trois 5e (dont les élèves avaient déjà été initiés à l'algèbre par les programmes de calcul). Le problème posé aux élèves figure en annexe 1, mais les modalités de passation des consignes ont été différentes suivant les quatre classes. L'une des expérimentations a été filmée, celle qui concernait la classe de 6e, en raison des gestes. Dans toutes les classes, les productions des élèves ont été récoltées. Ces données ont fait l'objet d'une analyse.

Dans la classe de 6e (collège G. Philipe, Fontaine), chaque groupe d'élèves (4 élèves par groupe) dispose d'une pochette contenant un grand nombre de petits carrés découpés dans un matériau un peu épais. L'enseignant projette le début de la fiche (voir en annexe 1), à savoir les trois premières figures dessinées et les questions : « Q1 : en utilisant les carrés mis à ta disposition, fabrique les deux prochaines figures de cette suite ; Q2 : combien faut-il de carrés pour construire la 4e figure de cette suite (figure n°4) et la cinquième (figure n°5). Le professeur s'assure que chaque groupe a bien compris. Il ne guide pas les élèves, qui doivent répondre sur une feuille, en dessinant les carrés. Dans un deuxième temps, le professeur distribue les deux autres questions : « Q3 : si on te donne le numéro d'une figure de la suite, comment fais-tu pour déterminer le nombre de carrés nécessaires à sa construction ? Q4 : je dispose de 376 carrés, quelle est la plus grande figure de cette suite que je peux construire ? Il s'avère très difficile pour les élèves de traiter la question Q3. C'est le professeur qui explique les réponses aux dernières questions. On aurait pu demander aux élèves de reprendre les cas déjà traités et de les regarder autrement, en cherchant une description du processus de construction des figures. Ainsi, on aurait pu travailler sur un savoir de type démarche : expérimenter sur des petits cas judicieusement choisis pour faire sortir un procédé de construction. Quelques représentations intéressantes sont à noter dans les productions des élèves.

Dans une des classes de 5e (collège Fantin Latour, Grenoble), l'énoncé est posé un peu différemment. Les élèves disposent d'une feuille de papier quadrillé. L'énoncé comporte les mêmes trois premières figures de la suite, mais les premières questions sont différentes : Q'1) Découpe des carrés dans la feuille quadrillée mise à ta disposition. Q'2) Fabrique sur ton bureau les deux prochaines figures de cette suite en utilisant les carrés. Q'3) Combien faudrait-il de carrés pour construire la 10ème figure ? Il est précisé aux élèves : « Explique ta réponse sous la forme d'une narration de recherche accompagnée du dessin à main levée de la 10ème figure. Appelle la professeure pour avoir la suite des questions. ». Les élèves découpent les carreaux dont ils ont besoin. Ils sont en groupes de 4 (voire 5). Ils refont les figures à chaque fois, au lieu de les compléter. La professeure fait le tour des groupes, mais ne valide pas les réponses. Les élèves rédigent, avec application, des réponses « intéressantes ». Deux questions supplémentaires leur sont ensuite posées : celles qui sont désignées par Q3 et Q4 ci-dessus. Certains élèves parlent de formule. Tous les élèves à peu près trouvent le « 3 fois 4 plus 1 ». Mais la question Q4 n'est cependant traitée par aucun élève.

Dans les deux autres classes de 5e (collège Chartreuse, Saint-Martin le Vinoux) la professeure donne seulement les deux premières questions, notées Q1 et Q2, en les projetant au tableau. Auparavant, les élèves ont eu à découper des carrés de 2 cm par 2 cm, à la maison. La plupart a fait ce travail de découpage. Les élèves reçoivent

la consigne de laisser les traces de leur raisonnement dans les copies à rendre, mais on constate au final peu de rédaction dans les copies. Les élèves disposent de la fiche avec toutes les questions et des carrés découpés dans du papier. Dans la classe n°1 (7 groupes de 4 élèves) : cinq groupes utilisent une procédure de proportionnalité du type : « je sais que la figure n°2 compte 7 pièces donc la figure n°10 en comporte 35 ». Cette procédure est invalidée par un contre-exemple (figures n°2 et n°4) ; deux groupes introduisent l'algèbre (après parfois des procédures fausses) et arrivent à la solution ; un seul groupe construit la figure n°10 avec les carrés, puis introduit l'algèbre. Malgré les nombreuses sollicitations de l'enseignante, l'ensemble des élèves manipule peu les carrés matériels. Dans la classe n°2 (7 groupes de 4 élèves), trois groupes utilisent la proportionnalité comme ci-dessus, trois groupes utilisent le calcul littéral (deux d'entre eux terminent la fiche en dix minutes), un groupe n'a pas du tout compris le problème. En fin de compte, très peu de groupes manipulent les carrés : dans cette classe, le travail de découpage préparatoire n'a pas été fait. On note donc qu'un seul groupe a construit la dixième figure et a introduit la lettre x. L'enseignante constate que les élèves collent les figures sur les feuilles et manipulent donc beaucoup moins que prévu.

Cette analyse reste à compléter sur le plan des gestes (au sens de Radford) qui ont pu être faits dans la classe de 6e.

12.14.4 Construction d'une pensée algébrique en mode numérique, création d'une ressource pour les enseignants

Ce même problème de la suite arithmétique de terme $3(n - 1) + 1$, en commençant par $n = 1$, est incorporé au livre numérique que nous développons dans le cadre du projet MC-Squared. Ce livre numérique combine différents outils permettant aux élèves d'être créatifs. C'est du moins notre objectif. Comme nous l'avons déjà dit, notre idée est de développer l'algèbre en tant qu'outil, au sens de la dialectique outil - objet de Douady (1986), en prenant appui sur des gestes, gestes généralisateurs comme le développe Radford (2015) ou gestes calculatoires comme ceux qui sont permis par le logiciel EpsilonWriter, ou d'autres instruments informatiques.

Ainsi au travers des deux premières parties du livre numérique, nous développons cette idée de geste généralisateur, sur une situation de frise (voir le problème ci-dessus). Des recherches en didactique sur le sujet montrent que ce type de situations peut être introduit avec des élèves très jeunes, dès 7-8 ans. Nous pensons donc que la première situation du livre numérique sur des frises peut être proposée dès la fin du cycle 3. La notion de variable est sous-jacente à l'activité, elle peut être rendue explicite suivant l'âge des élèves. L'algèbre en tant qu'objet joue sur la dialectique entre numérique et algébrique, le double aspect procédural et structural et l'équivalence d'expressions avec des tâches demandant aux élèves de prouver, conjecturer ou résoudre. Le livre numérique propose des situations articulant ces deux dimensions (outil/objet) de l'algèbre.

Lorsqu'on parle d'une certaine expression algébrique, par exemple $2x + 3$, on évoque une entité supposée, qui se trouverait ainsi exprimée par ladite expression algébrique. Quelle est donc cette entité ? Pendant longtemps, on a oublié cela, les programmes de collège tentent de restaurer cette entité en parlant de « programme de calcul ». La notion de programme de calcul se construit dès l'école primaire. Ainsi, toute expression algébrique comme, par exemple $2x + 3(x + 1)$, est un énoncé symbolique qui exprime un certain programme de calcul. On peut également l'exprimer, dans le registre de la langue naturelle, par une expression rhétorique, telle que « Multiplier un nombre par 2, puis additionner au résultat le triple de la somme de 1 et du nombre ». La notion de programme de calcul n'est pas une nouveauté dans le paysage de l'enseignement de l'algèbre, mais l'interprétation qu'en donne Chevillard (2007) est nettement plus large. Une expression algébrique est la formulation symbolique d'un programme de calcul, qui constitue ce qu'elle exprime. Les programmes de calculs permettent ainsi de lier les calculs numériques à des expressions algébriques, et donc de mettre en œuvre les registres des écritures numériques et littérales, faisant apparaître les lettres comme des nombres généralisés.

On peut recenser des types de tâches possibles, cohérents avec cette définition renouvelée des expressions algé-

briques (Numéro spécial de RDM, 2012, *Enseignement de l'algèbre élémentaire*) :

- passer de la formulation « rhétorique » d'un programme de calcul à sa formulation symbolique sous forme d'expression algébrique ;
- évaluer une expression algébrique pour des valeurs numériques données des variables ;
- étant donné deux programmes de calcul P et Q, reconnaître s'ils sont ou non équivalents sur un même domaine numérique ;
- étant donné un programme de calcul P, déterminer un programme de calcul Q équivalent à P, mais plus simple (plus adapté) ;
- trouver toutes les valeurs (s'il en existe) pour lesquelles un programme de calcul renvoie une valeur donnée ;
- trouver toutes les valeurs (s'il en existe) pour lesquelles deux programmes de calcul renvoient les mêmes valeurs ;
- trouver toutes les valeurs (s'il en existe) pour lesquelles un programme de calcul renvoie une valeur plus petite (ou plus grande) qu'un autre programme de calcul ;
- exprimer des propriétés des nombres entiers : nombres impairs ; multiples de trois plus 2. . .

Les différentes parties du livre numérique mettent en jeu des tâches de ces différents types, dans un environnement autre que papier-crayon, permettant les rétroactions et respectant le rythme d'apprentissage des élèves. Le livre numérique comporte des applications interactives permettant ainsi de travailler les aspects procéduraux et structuraux des expressions algébriques. Une situation d'introduction à la notion d'équation est proposée, grâce à une application interactive. La notion d'inconnue y est implicite et une inconnue est symbolisée par "...", correspondant à la masse d'un objet (un fruit). Enfin la dernière partie du livre numérique a pour but de déstabiliser des techniques erronées, grâce à une tâche de transformation d'expressions algébriques permettant de conserver l'équivalence par l'utilisation d'applications interactives menant à la résolution d'équation avec une seule inconnue.

Le parcours de chaque élève peut être suivi par le professeur, car des traces sont conservées par le logiciel.

Les premières expérimentations menées dans des classes de collège en juin 2015 font apparaître des points positifs, concernant l'utilisation de ce livre numérique :

- l'utilisation du livre permet la différenciation car chaque élève peut avancer à son rythme et peut aussi utiliser les outils de son choix ; des rétroactions immédiates sont fournies aux élèves ;
- le changement de support (par rapport au papier-crayon) permet de « raccrocher » les élèves ;
- l'état d'esprit dans lequel est conçu ce livre numérique est tout à fait nouveau par rapport à de multiples logiciels d'exercices d'algèbre élémentaire ;
- l'enseignant a la possibilité d'utiliser ce livre numérique à différents moments de la progression (introduction, remédiation. . .).

Des points moins positifs sont également identifiés. Ils concernent essentiellement le-a professeur-e, pour l'instant :

- la prise en main par les enseignants est longue ;
- la logistique est lourde dans le cas où l'enseignant-e voudrait modifier les tâches prévues dans le livre numérique ;
- les phases d'institutionnalisation, locale et globale, sont difficiles à organiser.

La mise au point de ce livre a demandé beaucoup plus de réunions de travail que les vendredis IREM.

Ce thème débouche sur la présentation d'une thématique de mémoires en M2-MEEF-SD parcours mathématiques, à l'ESPE de l'académie de Grenoble, en octobre 2016, ainsi que sur un atelier présenté aux journées nationales de l'APMEP à Lyon, en octobre 2016, intitulé « Modélisation et langage algébriques au cycle 4 » et dont voici le descriptif : « En nous appuyant sur des expérimentations en classe, nous montrerons comment il est possible d'initier une pensée algébrique dès la fin du cycle 3, entre manipulations, algèbre dynamique et utilisation d'un livre numérique ».

Les expérimentations sont à organiser pour 2016-2017.

12.14.5 Développement de TQuiz et d'autres ressources pour les enseignants

Parallèlement au travail d'élaboration du livre numérique, nous avons développé des ressources permettant d'alimenter, par exemple, ce qui est nommé « questions flash » dans les programmes de collège en vigueur à la rentrée 2016.

Nous avons animé un atelier sur la création de TQuiz lors de la journée régionale de l'APMEP à Grenoble. Nous proposons également un atelier sur ce thème aux journées nationales de l'APMEP à Lyon, en octobre 2016, intitulé « Des TQuiz, un nouvel outil pour développer l'activité mentale », dont voici le descriptif : « Les TQuiz sont des jeux sérieux qui combinent des questionnaires et une dynamique inspirée du jeu Tetris. En nous appuyant sur des expérimentations en classe, nous présenterons différentes utilisations au collège : calcul mental, remédiation, entraînement... Vous pourrez ensuite « jouer » et apprendre à créer vos propres TQuiz ».

Nous avons ainsi créé un certain nombre de tels jeux, dans les divers domaines du programme de collège (voir un exemple ci-dessous).

The screenshot shows a software interface for a quiz. At the top, it says "Phase 1/2 - Affine ou linéaire ?". Below this, a blue box contains the mathematical function $f(x) = \frac{4x+6}{2}$. To the right, there are two vertical progress bars, one green and one red. Below the progress bars is a yellow box with the text "Entraînement 1/2 - 6/40", "Score: 6", "Meilleur: 0", and "Maxi: 138". At the bottom, there is a table with four columns: "Linéaire", "Je ne sais pas", "Affine non linéaire", and "Ni l'un, ni l'autre". The "Linéaire" column has a red dot and a green dot. The "Affine non linéaire" column has a green dot. The "Ni l'un, ni l'autre" column has a red dot and a green dot. At the bottom of the interface, there are navigation icons: a gear, a square, a play button, a magnifying glass, and a right arrow.

Ces TQuiz permettent différentes modalités de travail sur une notion mathématique :

- découverte d'une notion : on propose une rétroaction à chaque action, source d'apprentissage pour l'élève ;
- entraînement sur une notion : une rétroaction est envisagée pour les réponses fausses ;
- test : il n'y a pas de rétroaction, on obtient uniquement le bilan final ;
- jeu.

Cette dernière forme a été exploitée pour un jeu de calcul mental lancé de manière internationale en fin d'année scolaire 2015-2016.

Des expérimentations ont eu lieu (et continuent) dans les classes de collège des enseignants de notre groupe. Pour mesurer l'impact sur le ressenti des élèves et des enseignants par rapport à l'utilisation courante de TQuiz, nous avons rédigés des questionnaires destinés aux uns et aux autres.

Nos premiers constats sont positifs. Ils sont les suivants :

- Facilité d'utilisation pour l'enseignant-e en classe : il n'y a pas de téléchargement de logiciel à effectuer ; les ressources sont disponibles en ligne ; la prise en main est simple ; les modes d'utilisation sont variés (voir ci-dessus) ; l'enseignant-e contrôle facilement l'activité de l'élève ; l'enseignant-e peut disposer d'un choix de ressources sur un thème précis ; la différenciation est possible du fait des différentes modalités de jeu.
- Facilité de compréhension pour l'élève : pas de problème de prise en main ; autonomie dans le choix des modalités de jeu ; rétroactions possibles pour chaque élève.
- L'aspect ludique des TQuiz motive les élèves : l'environnement stimule tous les élèves, même les plus

décrocheurs ; les élèves ont envie d'améliorer leurs scores.

– Mutualisation des ressources, possible, en ligne.

Il reste à enrichir le répertoire des ressources pour les enseignants et à étudier l'impact de l'utilisation des TQuiz sur les apprentissages.

12.14.6 Perspectives

L'année 2016-2017 devrait déboucher sur la mise en répertoires des ressources concernant les TQuiz, ainsi que sur un article pour la revue en ligne *Mathématique*, puis un article pour *Repères-IREM*.

12.14.7 Références bibliographiques

Coulange, L., Drouhard, J.-P., Dorier, J.-L., Robert, A. (Eds) (2012). *Enseignement de l'algèbre élémentaire. Bilan et perspectives* RDM, n°spécial.

Coulange, L. & Grugeon, B. (2008). *Pratiques enseignantes et transmission de situations d'enseignement en algèbre*, *Petit x*, 78, 5-23.

Douady, R. (1986). *Jeux de cadres et dialectique outil-objet*, *Recherches en didactique des mathématiques*, 7/2, 5-31.

Duval, R. (1993). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, IREM de Strasbourg.

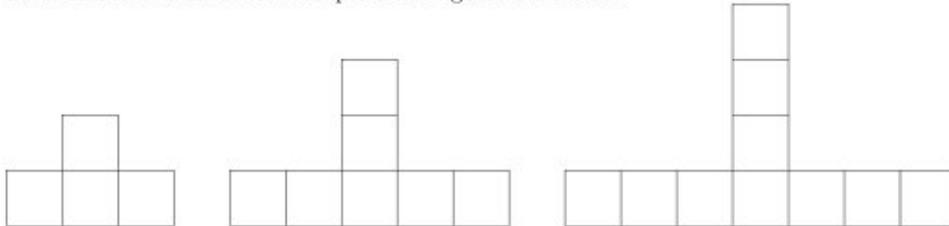
Radford, L. (2009). *Signs, gestures, meanings : Algebraic thinking from a cultural semiotic perspective*. *Proceedings of CERME 6*.

Radford, L. (2015). *Early algebraic thinking : Epistemological, semiotic, and developmental issues*. In *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 209-227). Springer International Publishing

Annexe 1

UNE SUITE DE FIGURES

On a dessiné ci-dessous les trois premières figures d'une suite.



- 1) En utilisant les carrés mis à ta disposition, fabrique les deux prochaines figures de cette suite.
- 2) Combien faut-il de carrés pour construire la 4^{ème} figure de cette suite ? La 5^{ème} ?
- 3) Combien de carrés faudrait-il pour construire la 10^{ème} figure de cette suite ?
- 4) Si on te donne le numéro d'une figure de la suite, comment fais-tu pour déterminer le nombre de carrés nécessaires à sa construction ?
- 5) Je dispose de 376 carrés, quelle est la plus grande figure de cette suite que je peux construire ?

13 Annexes

13.1 Programmes du stage MATHC2+ de juin 2016



Programme du stage MathC2+ - 27 et 28 juin 2016

Lundi 27 juin 2016 à INRIA	8h45 - 9h15	RV INRIA, Accueil, Formalités administratives		
	9h15- 9h30	Ouverture du stage		
	9h30 - 10h45	Conférence : Corinne Touati chercheur INRIA titre à confirmer		
	10h50 - 12h20	Visite de plateformes expérimentales INRIA : (3 sous-groupes) Habitat intelligent, réalité virtuelle, halle robotique		
	12h30- 13h30	Repas à L'Ecole des Pupilles de l'Air		
	14h00 - 15h30	Atelier 1 : Sciences du numérique sans ordinateur - Salle A104 Jean Marc Vincent	Atelier 2 : A confirmer Salle C208 Cédric Lauradoux	
	15h45- 17h15	Atelier 2 : A confirmer Salle C208 Cédric Lauradoux	Atelier 1 : Sciences du numérique sans ordinateur - Salle A104 Jean Marc Vincent	
Mardi 28 juin 2016 Université Grenoble Alpes	8h30 - 10h	Atelier 3 : Avalanches M. Gandit et Ch.Kazantsev Enseignants Université Grenoble Alpes IREM - salle 316 - IM2AG	Atelier 4 : Jeux et raisonnements mathématiques . Grégoire Charlot et Monique Decauwert Enseignants Université Grenoble Alpes IREM - salle 320 - IM2AG	
	10h15 - 11h45	Atelier 4 : Jeux et raisonnements mathématiques Grégoire Charlot et Monique Decauwert Enseignants Université Grenoble Alpes, IREM - salle 320 - IM2AG	Atelier 3 : Avalanches M. Gandit et Ch.Kazantsev Enseignants Université Grenoble Alpes IREM - salle 316 - IM2AG	
	12h- 13h	Repas à l'Université		

