



**Association pour la Recherche en Didactique des
Mathématiques**



Résumés des interventions

Cours

Travaux dirigés

Séminaires

Posters



**UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES**



Education Discours
Apprentissages



UNIVERSITÉ PARIS EST CRÉTEIL



Laboratoire de Didactique André Bruch
Pédagogique • Pédagogie • Culture



AGENCE
NATIONALE
DE LA RECHERCHE



RHODIA



**VAL de
MARNE**
Le département

Table des matières

Thème 1 : « Didactique de la géométrie »	5
<i>Argumentaire</i>.....	5
<i>Les cours</i>	8
Cours 1 : Le spatial et le géométrique, le yin et le yang de l'enseignement de la géométrie ?	8
Cours 2 : L'usage des dessins en géométrie : quelques enjeux pour l'enseignement ?	10
Cours 3 : Connaissances géométriques et connaissances spatiales dans les situations didactiques avec la technologie	12
<i>Les travaux dirigés</i>	14
TD1 : Conceptualisation en classe de géométrie : mise à l'épreuve d'une situation et d'un cadrage théorique en termes de circulation.....	14
TD2 : D'un cadre d'analyse de l'action instrumentée en géométrie à l'élaboration d'un dispositif de travail en dyade au cycle 3.....	16
TD3 : Reconnaissance de formes à l'école maternelle, un point de vue didactique et psychologique.....	18
TD4 : De l'étude de pratiques enseignantes en géométrie aux possibilités d'enrichissement de ces pratiques	20
TD5 : Regards croisés sur quelques enjeux didactiques de l'enseignement de la symétrie orthogonale à la transition école-collège.....	22
TD6 : Technologies pour l'enseignement, l'apprentissage et la formation en géométrie au premier degré.....	24
Thème 2 « Évaluation en mathématiques, approches didactiques ».....	27
<i>Argumentaire</i>.....	27
<i>Les cours</i>	32
Cours 1 : Fondements et limites des Modèles de Réponse à l'Item	32
Cours 2 : Activité des évaluateurs et des évalués	34
Cours 3 : Évaluer en mathématiques : des pistes pour un enrichissement réciproque de la recherche en didactique des mathématiques et en évaluation	36
<i>Les travaux dirigés</i>	38
TD1 : L'évaluation standardisée à grande échelle : enjeux théoriques et pratiques	38
TD2 : Deux modèles didactiques pour l'évaluation en contexte d'orthopédagogie : l'investigation dynamique des connaissances mathématiques et l'interprétation des activités cognitives des élèves.....	40
TD3 : Concevoir et mettre en œuvre des évaluations au service des apprentissages numériques des élèves au cycle 2	42
TD4 : Conceptualiser et évaluer les connaissances pour enseigner les mathématiques.....	44
TD5 : Régulation des apprentissages et évaluation formative : quels regards didactiques ?.....	46
TD6 : Analyse des interactions didactiques dans une perspective d'évaluation formative	48

Les séminaires.....	50
Session 1 : Lundi 21 août de 18h à 18h40	50
Les mathématiques discrètes dans l'enseignement supérieur : une approche épistémologique et didactique.	50
Une séquence articulant lois à densité et calcul intégral en TS : présentation d'une méthodologie de type ingénierie didactique collaborative.	51
Documentation expertise and its development in collectives: a Chinese case study in Teaching Research Group (TRG).....	52
Étude et enquête mathématiques des très bons élèves. Observation anthropologique et suivi biographique à caractère didactique.	53
La théorie anthropologique du didactique et l'analyse de manuels scolaires.....	54
Généralisation progressive et décontextualisation : processus d'abstraction dans les expérimentations de Brousseau et de Varga sur l'enseignement de la combinatoire et des probabilités.....	55
Session 2 : Mardi 22 août de 18h à 18h40	56
Exploitation des résultats d'une évaluation nationale en vue de monter des dispositifs de remédiation et de formation des enseignants.....	56
Une analyse microgénétique de la genèse instrumentale de l'activité avec la géométrie dynamique.....	57
Le travail épistémologique du professeur de mathématiques comme objet d'étude.	58
Rapport au dessin et activité géométrique au collège.....	59
Démarche expérimentale et curriculum des mathématiques dans la transition primaire collège.	60
Session 3 : Jeudi 24 août de 16h00 à 16h40	61
Apprentissage de la perpendicularité en CE2 et CM1 : gabarits de carré déchirés et langage.	61
Les ressources de Sésamath au cœur de l'évaluation formative : cas du QCM sur la géométrie dans l'espace pour la classe de 6e dans un collège arabophone en Algérie.....	62
Interaction mathématiques-chimie et rôle des représentations sémiotiques dans l'enseignement secondaire au Congo Brazzaville.	63
La production collective de matériaux didactiques numériques comme partie de la formation des enseignants de mathématiques : une étude de cas sur la production de textes numériques.....	64
Démonstration et écriture.	65
Une ingénierie didactique pour étudier les décisions didactiques d'un enseignant dans un EIAH.	66
Session 4 : Jeudi 24 août de 16h50 à 17h30	67
Le concept de trajectoire documentaire : un outil pour l'analyse de l'expérience des professeurs quant à la conception et aux usages des ressources de leur enseignement.	67
Le changement d'axiomatique dans l'enseignement de la géométrie.	68
Un trouble à l'interface entre différents champs de recherche (didactique des mathématiques, psychologie) et sciences cognitives : la dyscalculie.	69
La construction du nombre : croisement d'approches cognitives et didactiques. Une étude de cas en maternelle « classique » et « Montessori ».	70

Les pratiques des enseignants-chercheurs au supérieur : cas de l'enseignement des mathématiques discrètes.....	71
Session 5 : Vendredi 25 août de 16h00 à 16h40	72
Une méthodologie pour concevoir des activités didactiques basées sur les approches théoriques TAD et APOE.....	72
Des ressources pour étudier aux ressources pour enseigner : une analyse du développement professionnel des enseignants en formation initiale à partir de l'évolution de leurs systèmes documentaires.....	73
Comment évaluer les élèves engagés dans l'enseignement d'exploration méthodes et pratiques scientifiques en seconde ?	74
L'usage d'environnements papier-crayon et dynamique en géométrie : le rôle central du professeur.	75
Étude des facteurs de décisions didactiques dans l'enseignement de la trigonométrie dans une classe de lycée au Brésil.	76
Les posters	77
Session 1 : Mardi 22 août 2017	77
L'improvisation des enseignants novices lors du traitement des erreurs des élèves en mathématiques.	77
L'enseignement des mathématiques dans la formation des ingénieurs : quelle place et quel rôle de la preuve ?.....	78
L'influence des activités développées au laboratoire d'enseignement des mathématiques dans la formation des enseignants.	79
L'écologie de la notion de la notion de limite au lycée de 1960 à nos jours.	80
L'enseignement et l'apprentissage des grandeurs géométriques à la transition de l'école élémentaire au collège au Brésil.	81
Écologie de la proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental au Mali.....	82
Session 2 : vendredi 25 août 2017	83
Connaissances et méso-espace.....	83
L'articulation sémantique, syntaxique et sémiotique dans le processus de transposition des concepts de développements limites et approximations locales au début de l'université.	84
Visualisation aussi en analyse.	85
Etayages contribuant au développement d'habiletés scientifiques pour des étudiants brésiliens en formation d'enseignants de chimie par les usages de logiciels de conception expérimentale COPEX-CHIMIE et TITRAB.....	86
Sur l'introduction du concept de limite de fonction au Brésil. Comparaison avec la France.	87
Étude des praxéologies de la géométrie spatiale dans l'enseignement secondaire intégrant les contributions d'une imprimante 3D	88

Thème 1 : **« Didactique de la géométrie »**

Argumentaire

Responsable scientifique : Marie-Jeanne Perrin-Glorian

Responsable dans le CSO : Valentina Celi

Le thème de la géométrie a été abordé à l'école d'été de 2007 (Bloch et Conne, 2009). Nous le reprenons dix ans plus tard en choisissant de rester dans le domaine de la géométrie de la scolarité obligatoire (école et collège en France, primaire et école moyenne ailleurs). C'est en effet à ce niveau que se sont intéressés beaucoup de travaux dans les dix dernières années, notamment en France. D'ailleurs, en France au moins, la géométrie des figures a quasiment disparu du lycée où elle ne subsiste que sous la forme de géométrie analytique. Nous n'incluons pas la question de la preuve dans le thème. Toutefois, nous ne l'excluons pas non plus si elle se présente en relation avec d'autres questions.

Au séminaire national de 2009, Marie-Hélène Salin et Marie-Jeanne Perrin-Glorian (Perrin-Glorian & Salin, 2010) faisaient une revue de questions sur le thème sous le titre « Didactique de la géométrie. Peut-on commencer à faire le point ? » Cet exposé amorce un début de synthèse sur les travaux existants et soulève quelques questions pour des recherches mais il est incomplet : par exemple, il ne recense que des travaux français. Cette école d'été devrait d'abord être l'occasion d'une synthèse un peu plus complète des travaux en didactique de la géométrie. Elle devrait aussi permettre d'approfondir les questions théoriques abordées en 2007 et ouvrir de nouvelles questions, tant sur l'approche de la géométrie elle-même que sur son enseignement dans les classes et la formation des enseignants dans ce domaine.

La géométrie est un domaine où se pose nécessairement la question de la relation entre objets sensibles et objets théoriques, déjà abordée dans le cours de Thierry Dias en 2007 (Bloch et Conne, 2009). C'est aussi un domaine où les questions sémiotiques sont importantes. Les intentions affichées en 2007 dans l'introduction générale de l'école étaient ambitieuses et proposaient de questionner les travaux précédents en géométrie à la lumière des travaux de sémiotique, notamment le choix de mettre l'accent sur la modélisation de l'espace. Comme le constataient François Conne et Magali Hersant dans leur introduction du thème dans les actes de cette école d'été (Bloch et Conne, 2009), cette dimension a été finalement peu traitée. Nous tenterons de la reprendre à cette école d'été sous différentes formes et en l'élargissant à l'usage des instruments. En effet, une activité géométrique met en jeu le registre du langage et celui des figures qu'il est nécessaire d'articuler comme l'a montré Duval (2005) ; mais l'activité langagière se coordonne aussi avec une activité matérielle sur les figures qu'il s'agit de tracer ou de modifier avec des instruments ou à main levée. Les gestes ont ainsi une place particulière dans l'activité géométrique elle-même. La notion de faisceau sémiotique définie par Arzarello (2006) nous paraît ainsi un apport fructueux pour ce domaine.

Il nous semble que les recherches récentes ont davantage pris en compte les aspects sémiotiques de l'activité géométrique, à travers les figures, le langage et aussi les instruments. Par exemple, les recherches initiées par une équipe du Nord de la France

(Duval & Godin, 2006 ; Perrin-Glorian & Godin, 2014, à paraître) sur une approche cohérente de la géométrie sur toute la scolarité obligatoire, avec une réflexion sur le regard porté sur les figures et sur le rôle des instruments comme interface entre la géométrie physique et la géométrie théorique, se sont développées et entrent pour une part en synergie avec les travaux d'un groupe de chercheurs sur l'étude du langage en géométrie (LEMME) (Barrier, Chesnais & Hache, 2014 ; Bulf, Mathé & Mithalal, 2015).

Les instruments de géométrie et les artefacts numériques qui les simulent ou les remplacent jouent un rôle dans la conceptualisation des objets géométriques, par exemple l'utilisation du compas met en avant le centre et le rayon et la notion de distance plutôt que la courbure constante qui apparaît d'abord. Les logiciels de géométrie dynamique ont été un moteur des recherches sur l'enseignement de la géométrie dans les décennies précédentes (Laborde & Capponi, 1994). Ils sont devenus d'usage courant, mais comment sont-ils actuellement intégrés dans les recherches en didactique de la géométrie ?

La géométrie donne un moyen de théoriser les notions de forme et de position dans l'espace des objets matériels. Comment se construisent et évoluent ces notions chez les jeunes enfants ? Un numéro spécial récent de ZDM est consacré à ce sujet (Sinclair & Bruce, 2016).

La question de la formation des enseignants et des ressources pour les enseignants est au cœur de beaucoup de recherches actuelles (Gueudet & Trouche, 2010). Qu'en est-il de celles qui portent plus spécifiquement sur la géométrie ?

Nous voudrions que cette école d'été puisse aborder ces différentes questions et qu'elle permette de débattre de l'articulation des cadres théoriques utilisés dans les recherches en didactique de la géométrie, cadres spécifiques à la géométrie ou cadres plus généraux.

Au niveau des formes de travail, nous voudrions installer le plus possible de cohérence dans le traitement du thème avec des échanges en amont entre tous les intervenants. Les T.D. pourront ainsi s'appuyer sur plusieurs cours et les intervenants de cours connaîtront les exemples traités dans les T.D. et pourront s'y référer dans leur cours.

Eléments de bibliographie

- Arzarello, F. (2006). Semiosis as a multimodal process, *Relime*, vol.9, extraordinario1, 267-299.
- Barrier T., Chesnais A. & Hache, C. (2014). Décrire les activités des élèves en géométrie et leur articulation avec celle de l'enseignant. *Spirale* 54, 175-193.
- Barrier, T. & Mathé, A.C. (Éds) (2014). Langage apprentissage et enseignement des mathématiques. *Spirale* 54.
- Berthelot, R. & Salin, M.H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de l'Université de Bordeaux 1.
- Bloch, I. & Conne, F. (Eds) (2009). *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques*. Thème 1 : la géométrie, 15-88. Grenoble : La pensée Sauvage.
- Brousseau, G. (2000). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire. *Actes du Séminaire de Didactique des Mathématiques, Rethymon 2000*. Université de Crète. Disponible sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00515110/fr/>
- Bulf, C., Mathé, A.C. & Mithalal, J. (2015) Langage et construction de connaissances dans une situation de résolution de problèmes en géométrie. *Recherches en didactique des mathématiques*, 35-1, 7-36.
- Celi, V. & Perrin-Glorian, M.J. (2014). Articulation entre langage et traitement des figures dans la résolution d'un problème de géométrie. *Spirale* 54, 151-174.

- Coutat S., Laborde C. & Richard P.R. (2016) L'apprentissage instrumenté de propriétés en géométrie : propédeutique à l'acquisition d'une compétence de démonstration. *Educational Studies in Mathematics*, 93, 195-221.
- Duval, R. (2005) Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 10, 5-53.
- Duval, R. & Godin, M. (2005). Les changements de regard nécessaires sur les figures, *Grand N* 76, 7-27.
- Gentaz, E. (2009). *La main, le cerveau et le toucher*. Paris : Dunod.
- Gonseth, F. (1945-1955). *La géométrie et le problème de l'espace*. Editions du Griffon, Lausanne.
- Gueudet G. & Trouche L. eds (2010) *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs : en mathématiques*. Paris : INRP et Presses Universitaires de Rennes.
- Hilbert, D. (1899). *Les fondements de la géométrie* (traduction de l'ouvrage de 1899, présentation de P. Rossier, Ed. Dunod 1971).
- Houdement, C. & Kuzniak, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* 11, 175-195.
- Laborde C. & Capponi B. (1994) Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique *Recherches en didactique des mathématiques* 14/1.2, 165-209.
- Mangiante-Orsola, C. & Perrin-Glorian, M.J. (à paraître). Ingénierie didactique de développement en géométrie au cycle 3 dans le cadre du LéA Valenciennes-Denain. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Année 2016*.
- Perrin-Glorian, M.J. & Godin, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-école*, 222, 26-36.
- Perrin-Glorian, M.J. & Godin, M. (à paraître). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. CORFEM
- Perrin-Glorian, M.J. & Salin, M.H. (2010). Didactique de la géométrie. Peut-on commencer à faire le point ? In L. Coulange & C. Hache (Eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Paris : IREM, Université Paris-Diderot.
- Petitfour, E. (2015). *Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté d'apprentissage : étude du processus d'accès à la géométrie d'élèves dyspraxiques visuo-spatiaux lors de la transition CM2-6^{ème}*. Thèse de l'Université Paris Diderot.
- Sinclair N., Bartolini Bussi M.G., de Villiers M., Jones K., Kortenkamp U., Leung A. & Owens K. (2016) Recent research on geometry education: an ICME-13 survey team report. *ZDM Mathematics Education* 48, 691–719.
- Sinclair, N. & Bruce, C.D. (2016). Geometry in the primary school, *ZDM Mathematics Education*, 47, 3.

Les cours

Cours 1 :

Le spatial et le géométrique, le yin et le yang de l'enseignement de la géométrie ?

Catherine Houdement

(Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), Université Rouen Normandie)

Nous souhaitons poursuivre les essais de synthèse sur la didactique de la géométrie (14^{ème} école d'été 2007, séminaire national 2009), en réexaminant certaines recherches françaises anciennes, en amont de la démonstration, sans aborder les instruments numériques ni viser l'exhaustivité, avec un regard enrichi par la lecture de travaux étrangers.

Dans l'enseignement français (primaire et collège), il semblerait que ce qui concerne l'espace soit (toujours) plutôt envisagé en prévision de et en amont de la géométrie. Pourtant Berthelot Salin (1992) dans la continuité de Brousseau et Galvez (1985) avaient déjà pointé dans leurs recherches, d'une part un déficit de connaissances spatiales chez les élèves français scolarisés de fin de primaire et début de collège, en particulier pour gérer leurs rapports à l'espace environnant, d'autre part, le rôle problématique que pouvaient jouer les connaissances spatiales dans leur rapport à la géométrie attendue au collège. Cela les avait notamment amenés à affiner la distinction entre des tailles d'espaces et à distinguer connaissances spatiales et connaissances géométriques.

Dans d'autres pays, les enseignants sont encouragés par les programmes (NCTM 2000, MEN 2014 Ontario) à développer, dans le cadre des mathématiques, des compétences aussi appelées spatiales, du raisonnement spatial et géométrique, et ce bien au-delà de l'école primaire. De nombreux travaux de recherche insistent sur le rôle des compétences spatiales dans l'apprentissage des mathématiques et la résolution de problèmes (Owens & Outhred, 2006 ; Sinclair & Bruce, 2015), plus généralement pour STEM, un acronyme pour Science, Technology, Engineering and Mathematics (Lubinski 2010 ; Mulligan 2015). Lubinski a dégagé de recherches le fait que les compétences spatiales (relativement aux compétences mathématiques et verbales) seraient un marqueur fort de différences individuelles et un prédicteur de réussite dans STEM.

Récemment un numéro spécial de ZDM (47/3, 2015) s'intéressait plus spécifiquement aux compétences spatiales, avec des articles semblant chercher à repérer des compétences spatiales de « base » qui seraient nécessaires pour avancer en géométrie.

Que recouvrent ces différences d'approche sur le « spatial » ? Quel lien entre le spatial et le géométrique ? Étudier les relations entre compétences spatiales, raisonnement spatial, espace « sensible », espace « graphique » (Perrin-Glorian & Salin, 2010), Espaces de Travail Géométrique (Houdement & Kuzniak, 2006) permettra peut-être d'avancer sur des questions laissées ouvertes par la 14^{ème} école d'été (Bloch & Conne, 2009), aussi bien cognitives que sémiotiques comme : que sait-on des connaissances spatiales des élèves, en amont de tout enseignement géométrique ? Comment se constitue le passage de l'expérience spatiale au fait de pouvoir penser et représenter cette expérience, mais aussi de pouvoir lire des représentations graphiques conventionnelles de la géométrie ?

RÉFÉRENCES

BERTHELOT, R. & SALIN, M.H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse. Université de Bordeaux 1.

BLOCH, I. & CONNE, F. (EDS) (2009). *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques. Thème 1 : la géométrie*, (pp. 15-88). Grenoble : La Pensée Sauvage.

GALVEZ PEREZ, G. (1985). *El aprendizaje de la orientación en el espacio urbano: una proposición para la enseñanza de la geometría en la escuela primaria*. Thèse d'état, Université de Mexico.

HOUEMENT, C., KUZNIAK, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* 11, 175-195.

LUBINSKI, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344-351.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION (2014). *Mettre l'accent sur le raisonnement spatial*. Canada : Ontario

MULLIGAN, J. (2015). Looking within and beyond the geometry curriculum: connecting spatial reasoning to mathematical learning. *ZDM Mathematics Education*, 47, 3, 511-517.

NCTM (2000). *Geometry standards for Pre-K-12*. Principles and Standards for School Mathematics 2016.

OWENS, K. & OUTHRED, L. (2006). The complexity of learning geometry and measurement. In A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*, (pp. 83–115). Rotterdam, Sense Publishers.

PERRIN-GLORIAN, M.J. & SALIN, M.H. (2010). Didactique de la géométrie. Peut-on commencer à faire le point ? In L. Coulange & C. Hache (eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Année 2009. Paris : IREM, Université Paris-Diderot.

SINCLAIR, N. & BRUCE, C.D. (2015). New opportunities in geometry education in primary school. *ZDM Mathematics Education*, 47/ 3. 319–329.

Cours 2 :
L'usage des dessins en géométrie : quelques enjeux pour l'enseignement ?

Anne-Cécile Mathé

(ACTé, EA 4281, ESPE Clermont-Auvergne, Université Blaise Pascal-Clermont Ferrand)

Joris Mithalal

(S2HEP, ESPE de Lyon, Université Lyon 1)

La question de l'usage des dessins occupe une place centrale en didactique de la géométrie, qu'il s'agisse de leurs relations avec les objets abstraits de la géométrie (Fischbein, 1993 ; Laborde & Capponi, 1994 ; Chaachoua, 1997), de leur possibilité de fonder la preuve ou encore de leurs fonctions pour la résolution de problèmes (Balacheff, 1988 ; Houdement & Kuzniak, 2006). Les problématiques de la visualisation et des modalités de traitement des dessins se posent de manière connexe, apportant un point de vue sémiotique et cognitif sur cette question.

Un groupe de recherche du Nord de la France (Duval, 2005 ; Perrin-Glorian & Godin, 2017; Perrin-Glorian, Mathé & Leclercq, 2013) a montré qu'identifier dans les dessins des représentations d'objets et de propriétés géométriques passe par une capacité à un jeu de regards spécifique sur ces objets matériels. Ce groupe interroge alors les conditions susceptibles de favoriser une évolution du regard des élèves sur les dessins, pour une entrée progressive dans la géométrie théorique en appui sur une géométrie physique. Faisant de situations de reproduction de figures complexes un fil conducteur possible de l'enseignement de la géométrie et de l'usage des dessins et de leurs traitements instrumentés des variables-clefs de ces situations, ils renouvellent la manière dont nous pouvons penser l'enseignement-apprentissage de la géométrie, de la maternelle au début du collège.

La visualisation procède également d'une mise en discours des objets perçus. Comment s'articulent alors les registres de représentation sémiotiques, graphiques et langagiers, dans l'apprentissage de la géométrie ? Dans le prolongement des travaux sus-cités, la question explorée, à la lumière de travaux récents (Bulf, Mathé & Mithalal, 2015 ; Barrier & Mathé (éds), 2014), porte sur la manière dont le langage est susceptible de constituer un lieu de communication, de traitement et d'objectivation.

RÉFÉRENCES

BALACHEFF, N. (1988). Une étude des processus de preuve en mathématique chez des élèves de Collège. Thèse d'état. Grenoble : Université Joseph Fourier

BARRIER, T., & Mathé, A.-C. (2014). Langage apprentissage et enseignement des mathématiques. Spirale 54.

BROUSSEAU, G. (1998). Théorie des situations didactiques. Grenoble: La Pensée Sauvage.

BULF, C., MATHÉ, A.-C., & MITHALAL, J. (2015). Langage, résolution de problèmes et construction de connaissances en géométrie. Recherche en Didactique des Mathématiques, 35-1, 7 – 36.

CHAACHOUA, H. (1997). Fonctions du dessin dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Etude d'un cas : la vie des problèmes de construction et rapports des enseignants à ces problèmes. Grenoble : Université Joseph Fourier.

DUVAL, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie: développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 10, 5-53.

FISCHBEIN, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24-2, 139–162.

HOUEMENT, C., & KUZNIAK, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 11, 175-193.

LABORDE, C., & CAPPONI, B. (1994). Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14-1, 165-210.

PERRIN-GLORIAN, M.-J., & GODIN, M. (2017, à paraître). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. In *Actes du colloque CORFEM*.

PERRIN-GLORIAN, M.-J., MATHÉ, A.-C., & LECLERCQ, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères IREM*, 90, 5-14.

Cours 3 :
**Connaissances géométriques et connaissances spatiales dans les situations didactiques
avec la technologie**

Michela Maschietto

Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia (Italie)

Sophie Soury-Lavergne

Institut Français de l'Éducation, ENS de Lyon, ESPE de l'académie de Grenoble

Après une revue des problématiques traitées par les travaux sur les technologies de géométrie dynamique menés depuis plus de vingt ans, ce cours présentera les études les plus récentes qui concernent l'insertion de la technologie dans un système plus complexe d'outils et de situations didactiques.

En partant des travaux de Berthelot et Salin (1993) et (1999) pour considérer les connaissances spatiales et les connaissances géométriques comme deux champs de conceptuels distincts mais néanmoins fortement connectés, ce cours exposera le rôle particulier que peut jouer l'espace graphique dans le développement des connaissances de ces deux champs et de leurs relations (Perrin-Glorian, Mathe & Leclercq, 2013). L'espace graphique est conçu par Perrin-Glorian et ses collègues comme un espace de représentations qui présente à la fois des propriétés de l'espace physique et des propriétés de l'espace géométrique. C'est également le cas des technologies numériques et nous montrerons qu'elles ne sont pas seulement un espace de représentations graphiques ayant des caractéristiques différentes de celles du papier-crayon mais qu'elles présentent également des propriétés spécifiques, complémentaires, voire nécessaires à l'élaboration de situations didactiques pour l'apprentissage de la géométrie (Soury-Lavergne & Maschietto, 2015). Dans cette perspective, nous développons aussi l'idée de favoriser et soutenir l'articulation entre matériel et numérique et les allers et retours entre méso-espace et micro-espace (Brousseau, 2000).

Nous aurons alors recours au cadre théorique de la déconstruction dimensionnelle proposée par Duval (2005) pour caractériser différentes situations didactiques de la géométrie pertinentes à l'école élémentaire, en particulier à partir du rôle que joue le point, dont la conceptualisation par les élèves est particulièrement complexe (Kuzniak, 2005).

Nous illustrerons nos propos en nous appuyant sur les recherches relatives à la géométrie dynamique (Soury-Lavergne, 2011) (Soury-Lavergne, 2013) et à d'autres types de technologies (par exemple Bee-bot) ou logiciels (Moyer-Packenham, 2016), à propos des concepts spatiaux ou géométriques tels que le repérage des positions et des trajectoires sur un quadrillage, la symétrie, la construction de triangles et les patrons du cube.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERTHELOT, R., & SALIN, M.-H. (1993). L'enseignement de la géométrie à l'école primaire. *Grand N*, 53, 39–56.

BERTHELOT, R., & SALIN, M.-H. (1994). L'enseignement de l'espace à l'école primaire. *Grand N*, 65, 37–59.

- BROUSSEAU, G. (2000). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire. In *Actes du 2e colloque de didactique des mathématiques* (pp. 67–83). Université de Crète.
- DUVAL, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 5–53.
- KUZNIAK, A. (2005). L'enseignement de la géométrie en formation initiale. In *Concertum. Dix ans de formation des professeurs des écoles en mathématiques* (ARPEME, Vol. Tome 2.).
- MOYER-PACKENHAM, P. (Ed.). (2016). *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg.
- PERRIN-GLORIAN, M.-J., MATHE, A.-C., & LECLERCQ, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? *Repères-IREM*, 90, 5–41.
- SOURY-LAVERGNE, S. (2011). De l'intérêt des constructions molles en géométrie dynamique. *MathemaTICE*, (27). Retrieved from <http://revue.sesamath.net/spip.php?article364>
- SOURY-LAVERGNE, S. (2013). Regards croisés sur l'enseignement et la formation de la géométrie à l'école primaire : les technologies. In *XLe colloque de la COPIRELEM Enseignement de la géométrie à l'école : enjeux et perspectives* (pp. 44–116). Nantes, France.
- SOURY-LAVERGNE, S., & MASCHIETTO, M. (2015). Articulation of spatial and geometrical knowledge in problem solving with technology at primary school. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 47(3), 435–449. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0694-3>

Les travaux dirigés

TD1 :

Conceptualisation en classe de géométrie : mise à l'épreuve d'une situation et d'un cadre théorique en termes de circulation

Caroline BULF

(Université de Bordeaux, Lab-E3D EA 7441, ESPE d'Aquitaine)

Valentina CELI

((Université de Bordeaux, Lab-E3D EA 7441, ESPE d'Aquitaine)

Nous nous intéressons au(x) processus de conceptualisation opérant en classe de géométrie lors de la résolution d'une situation originale que nous mettrons à l'étude lors des TD et qui constituera le fil rouge. La situation en question porte sur le cercle et l'usage du compas à l'école élémentaire (Bulf & Celi, 2016).

Nous cherchons également, à travers ce contexte, à apporter une réflexion sur les cadres théoriques modélisant le(s) processus d'apprentissage en termes de circulation. Qu'est-ce qui circule et sous quelles formes ? Comment s'opère cette circulation (continuité/rupture) ?

Dans le cadre de la théorie des situations, où l'apprentissage résulte d'un double processus d'adaptation et d'acculturation (Brousseau, 1998 ; Bessot, 2011), nous nous référons à la distinction fondatrice entre connaissances et savoir et, plus particulièrement, à sa modélisation sous forme de circulation qui rend compte du rôle complémentaire entre les processus de dévolution et d'institutionnalisation (Lappara & Margolinas, 2010). Nous nous inscrivons également dans la lignée des travaux menés dans le Nord de la France (Duval, 2005 ; Perrin-Glorian & Godin, 2017) lesquels mettent en évidence la relation cruciale entre les instruments et la vision des figures dans le processus de conceptualisation des connaissances géométriques. Nous faisons aussi référence à nos récents travaux insistant sur le rôle du langage qui, au-delà de celui qu'il joue dans les processus de dévolution et d'institutionnalisation, nous paraît tout autant crucial que celui de l'adaptation au milieu (Bulf, Mathé & Mithalal, 2014, 2015).

C'est dans ce contexte que nous proposons aux participants de réfléchir à la question suivante : comment se manifestent les liens entre les différentes formes langagières, les usages des instruments et le rapport à la figure dans le(s) processus de conceptualisation ? Autrement dit, nous cherchons à interroger la façon dont ces liens participent à cette circulation entre connaissances et savoir.

Concrètement, nous proposons aux participants l'étude d'une situation originale qui a pour ambition d'amener un changement de regard sur l'objet cercle à travers une articulation entre un gabarit de demi-disque et le compas. A partir d'extraits filmiques et de leurs transcriptions, nous analysons l'activité géométrique des élèves en situation mais aussi celle de l'enseignant lors des phases d'échanges avec eux (individuelles et collectives). Nous nous appuyons sur cette étude de cas dans le but d'examiner finement les liens étroits entre le rapport aux instruments (ici gabarits et compas), le rapport à l'objet cercle et les façons d'en parler ; ce qui nous amènera ainsi à identifier les éléments qui caractérisent les processus d'apprentissage (ici portant sur l'objet cercle) en termes de circulation.

RÉFÉRENCES

BESSOT A. (2011). L'ingénierie didactique au cœur de la théorie des situations. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck & F. Wozniak (éds.) *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 29 – 56). Grenoble : La Pensée Sauvage,

BROUSSEAU G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : la Pensée Sauvage.

BULF C. & CELI V. (2016). Essai d'une progression sur le cercle pour l'école primaire - une articulation clé : gabarit-compas, *Grand N* 97, 21-58.

BULF C., MATHÉ A.-C. & MITHALAL J. (2014). Apprendre en géométrie, entre adaptation et acculturation, *Spirale, revue de recherches en éducation* 54, 151-174.

BULF C., MATHÉ A.-C. & MITHALAL J. (2015). Langage et construction de connaissances dans une situation de résolution de problèmes en géométrie, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 35/1, 7-36.

DUVAL R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives* 10, 5 – 53.

LAPARRA M. & MARGOLINAS C. (2010). Milieu, connaissance, savoir. Des concepts pour l'analyse de situations d'enseignement. *Pratiques*, 141-160.

PERRIN-GLORIAN, M.-J., & GODIN, M. (2017 à paraître). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. In *Concertum de la CORFEM*.

TD2 :
D'un cadre d'analyse de l'action instrumentée en géométrie à l'élaboration d'un dispositif de travail en dyade au cycle 3

Édith PETITFOUR
(LDAR, ESPE Université de Rouen)

Thomas BARRIER
(LML, ESPE LNF Université d'Artois)

Ce TD s'appuie sur une recherche visant à mieux comprendre la nature des difficultés des élèves dyspraxiques en géométrie plane dans des tâches nécessitant l'utilisation d'instruments, matériels ou technologiques, afin d'envisager un moyen de les conduire à des apprentissages (Petitfour, 2015).

Dans une première séance, nous présenterons un cadre d'analyse de l'action instrumentée. Ce cadre, élaboré à partir d'approches des sciences cognitives – en ergonomie cognitive l'approche instrumentale de Rabardel (1995), en neuropsychologie le développement du geste de Mazeau et Pouhet (2014) et en psychologie cognitive l'appréhension des figures géométriques (Duval, 1994) ainsi que le concept de conceptualisation (Vergnaud, 1991) – est complété par des outils d'analyse logique des concepts (Barrier, Chesnais & Hache, 2014). Nous proposerons une appropriation du cadre avec une analyse *a priori* d'une tâche de restauration de figures (Perrin-Glorian & Godin, 2014, 2017).

Dans une deuxième séance, nous nous intéresserons aux interactions autour d'actions instrumentées dans le cadre de situations de communication orale. Nous nous situons en effet dans une perspective sémiotique et dans une conception de l'apprentissage dans laquelle la formation des concepts mathématiques peut se réaliser à travers des interactions sociales (Radford, 2006). À partir d'une transcription d'un travail en dyade et à l'aide du cadre d'analyse de l'action instrumentée, nous analyserons l'activité des élèves avec comme observables leurs actions avec les instruments, les productions graphiques, le langage et les gestes produits dans les échanges. Nous chercherons à mettre en évidence les freins à une conceptualisation géométrique.

Dans une troisième séance, nous présenterons un dispositif de travail en dyade s'appuyant sur l'hypothèse de la pertinence de l'introduction d'un langage technique géométrique dans l'enseignement, c'est-à-dire un langage qui permette de décrire les relations instruments-figures en lien avec les tracés, lorsque le langage géométrique n'est pas encore maîtrisé. Nous analyserons la mise en œuvre d'un tel dispositif, en étudiant l'articulation du faisceau sémiotique gestes - langage (Arzarello, 2006) avec l'action instrumentée et la production graphique qui en résulte.

RÉFÉRENCES

- ARZARELLO F. (2006). Semiosis as a multimodal process, *Relime*, **9**, extraordinario 1, 267-299.
BARRIER T., CHESNAIS A. & HACHE C. (2014). Décrire les activités des élèves en géométrie et leur

articulation avec celle de l'enseignant, *Spirale – revue de recherche en éducation*, 54, 175-193.

DUVAL R. (1994). Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique, *Repères-IREM*, 17, 121-138.

MAZEAU M. & POUHET A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant. Du développement typique aux « dys-»*. 2^{ème} édition. Elsevier Masson.

PERRIN-GLORIAN, M.-J. & GODIN, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-école*, 222, 26-36.

PERRIN-GLORIAN, M.-J. & GODIN, M. (2017). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. In *Concertum de la CORFEM*.

PETITFOUR E. (2015). Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté d'apprentissage : étude du processus d'accès à la géométrie d'élèves dyspraxiques visuo-spatiaux lors de la transition CM2-6^{ème}. Thèse de l'Université Paris 7.

RABARDEL P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

RADFORD L. (2006). Elements of a Cultural Theory of Objectification. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Special Issue on Semiotics, Culture and Mathematical Thinking*, 103-129.

VERGNAUD G. (1991). Langage et pensée dans l'apprentissage des mathématiques, *Revue Française de Pédagogie*, 96, 79-86.

TD3 :
Reconnaissance de formes à l'école maternelle, un point de vue didactique et psychologique

Sylvia Coutat, Université de Genève

Edouard Gentaz, Université de Genève

Céline Vendaiera, Université de Genève

Ce TD se base sur une recherche (Coutat, Vendaiera, 2015) menée depuis 2014 en Suisse romande autour de la reconnaissance de formes à l'école maternelle (MS-GS).

Le contexte didactique (Duval, 2005) et psychologique (Gentaz, 2007) de cette recherche sera présenté lors de la première séance du TD. Puis nous exploiterons les outils de la théorie de la médiation sémiotique (Mariotti, 2010) conjointement à celui des modes de fréquentations (Bulf, Mathé, Mithalal, 2015) pour analyser les productions d'élèves les plus significatives.

Lors de la deuxième séance, nous présenterons la place de l'haptique (Gentaz, 2009), la main et les doigts suivent le contour d'un objet pour en apprécier la forme, dans la séquence didactique menée les méthodologies classiques de la psychologie et l'adaptation mise en place dans notre recherche. Nous avons mis en place divers tests avant et après la séquence d'apprentissage. Ces tests proposés aux élèves seront présentés et étudiés. L'analyse de ces tests s'appuiera sur le cadre théorique de la psychologie du développement. Nous présenterons et utiliserons les outils d'analyse statistique mais aussi les outils d'analyse verbale (Pinet, Gentaz, 2008).

Enfin, la dernière séance aura pour but de rapprocher les deux champs théoriques investis. Les résultats des deux séances précédentes seront croisés. L'ambition est d'identifier dans quelle mesure la didactique et la psychologie apportent des outils complémentaires tant pour la construction de séquences didactiques que pour l'analyse de ces dernières.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BULF, C., MATHÉ, A.-C., & MITHALAL, J. (2015). Langage, résolution de problèmes et construction de connaissances en géométrie. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 35(1), 7 – 36.

COUTAT, S. & VENDEIRA, C. (2015). Des pointes, des pics et des arrondis en 1P-2P, *Math-École* 223, 14-19. Repéré à http://www.revuemathecole.ch/files/7114/6288/8783/ME223_Coutat-Vendaiera.pdf

COUTAT, S. & VENDEIRA, C. (2016). Quelles tâches pour travailler les caractéristiques des formes à la maternelle ? In COPIRELEM (Ed.) Actes du XXXème colloque COPIRELEM (pp. 1-14) [CD.-ROM].

DUVAL, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciations des raisonnements et coordonnées de leurs fonctionnements. *Annales de Didactiques et des Sciences Cognitives*, 10, 5-53.

- GENTAZ E. (2009) *La main, le cerveau et le toucher*. Paris : Dunod
- GENTAZ, E. (2013). Comment aider les enfants de 5 à 6 ans à connaître les figures géométriques planes ? Un point de vue des sciences cognitives de l'éducation. In COPIRELEM (Ed.) Actes du XXXème colloque COPIRELEM (pp. 1-7) [CD.-ROM].
- HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (1998). Réflexions sur l'enseignement de la géométrie pour la formation des maîtres, *Grand N*, 64, 65-78. Repéré à <http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=64>
- HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (2000). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de didactiques des sciences cognitives*, 11, 175-193.
- MARIOTTI M.A., MARACCI M. (2010). Un artefact comme outils de médiation sémiotique : une ressource pour l'enseignant. In: G. Gueudet, L. Trouche (Ed.). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (91-107). Rennes: Presses Universitaires de Rennes et INRP.
- PERRIN-GLORIAN, M.-J. & GODIN, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-Ecole*, 222, -38. Repéré à http://www.revuemathecole.ch/files/4014/6288/8780/ME222_PerrinGlorian.pdf
- PINET, L., GENTAZ, E. (2008). Evaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la reconnaissance de figures géométriques planes (cercles, carré, rectangle et triangle) chez les enfants de cinq ans : étude de la contribution du système haptique manuel. *Revue française de pédagogie*, 162, 29-44.
- PINET, L. & GENTAZ, E. (2007). La reconnaissance des figures géométriques planes par les enfants de 5 ans, *Grand N*, 80, 17-28.
- VENDEIRA MARÉCHAL, C., Clivaz, S., Coutat, S. & Weiss, L. (2014). Enseignement de la géométrie. *Math-Ecole*, 222. Repéré à http://www.revuemathecole.ch/files/8614/6288/8471/MathEcole_222.pdf

TD4 :
De l'étude de pratiques enseignantes en géométrie aux possibilités d'enrichissement de ces pratiques

Cécile Allard

(LDAR, ESPE Université de Paris-Est-Créteil)

Claire Guille-Biel Winder

(LDAR, ESPE de Nice, Université de Nice)

Christine Mangiante-Orsola

(LML, ESPE LNF, Université d'Artois)

Ce TD porte sur les pratiques enseignantes (Robert & Rogalski, 2002) dans le domaine de l'enseignement de la géométrie à l'école primaire. A partir de l'observation de pratiques effectives, nous interrogeons les possibilités d'enrichissement de ces pratiques via la formation et/ou l'usage de ressources.

La première séance portera sur le travail mené avec une enseignante suivie de la préparation d'une séquence jusqu'à sa mise en œuvre. Des vidéos et des entretiens d'explicitation (Boutrais, 2015 ; Vermersch, 1994) ont été recueillis afin de pouvoir décrire finement les choix réalisés et les justifications données par l'enseignante. A partir d'extraits issus de ce corpus, nous proposerons aux participants d'interroger certains gestes professionnels liés à la préparation d'une séance de géométrie ainsi qu'à sa mise en œuvre. Nous étudierons d'éventuelles mises en tension au sein du couple dévolution/institutionnalisation (Allard, 2015) et la manière dont la vigilance didactique est exercée. Nous en dégagerons des savoirs de formation en termes de routines et gestes professionnels (Butlen, Charles-Pezard & Masselot, 2009) et de connaissances didactiques à construire en formation ou à acquérir en utilisant une ressource.

La deuxième séance sera consacrée à l'étude d'un dispositif de formation en géométrie qui prend appui sur une ressource présentant une activité de reproduction de figures par pliage en CP, dont l'aspect manipulatoire « plaît aux enseignants », mais dont il est difficile de saisir les enjeux d'apprentissage (Guille-Biel Winder, 2014). Basé sur la mise en œuvre d'un jeu de rôle, il vise à amener les enseignants à exercer une certaine vigilance didactique dans une situation proche de l'exercice de la classe. Il s'agira tout d'abord d'identifier les hypothèses sur lesquelles s'appuient implicitement les formateurs. Puis nous chercherons à déterminer en quoi un travail portant sur les routines liées à l'institutionnalisation permet (ou pas) aux enseignants de mieux saisir les enjeux de la situation ainsi que les grands choix didactiques sur laquelle elle repose, et en quoi cela permet de les aider (ou pas) à mieux penser les interactions langagières avec leurs élèves (Bosch & Perrin-Glorian, 2013 ; Bulf, Mathe & Mithalal, 2015).

La troisième séance prendra appui sur le travail mené par une équipe constituée de chercheurs, de formateurs de terrain et d'enseignants qui travaille depuis quatre ans à l'élaboration d'une ressource pour l'enseignement de la géométrie au cycle 3 (Mangiante-Orsola & Perrin-Glorian, 2016). Il s'agira d'identifier certains choix liés au processus de conception de la ressource puis d'étudier la ressource elle-même à travers non seulement l'analyse de la situation de restauration de figures proposée mais aussi des indications

données aux enseignants à propos des gestes professionnels à mettre en œuvre. L'analyse d'extraits d'expérimentations menées dans les classes associées au projet permettra de questionner les besoins (souvent non exprimés) par les enseignants qui pourraient être à l'origine d'obstacles à l'appropriation des situations proposées par les chercheurs (Mangiante-Orsola, 2012). Des données recueillies suite à l'usage cette ressource par l'enseignante suivie pour la première séance permettront de revenir sur certaines des questions précédemment soulevées à propos de la vigilance didactique.

RÉFÉRENCES

ALLARD, C. (2015). *Étude du processus d'institutionnalisation dans les pratiques de fin d'école primaire, le cas des fractions*. Thèse. Université Paris-Diderot.

BOUTRAIS-FERRERO, M. (2015). Le « je » professionnel en construction des professeurs des écoles débutants : une approche psychophénoménologique. Thèse. Université de Cergy-Pontoise.

BOSCH, M. & PERRIN-GLORIAN M-J. (2013). *Le langage dans les situations et les institutions*. In Bronner A., Bulf C., Castela C., Georget J-P., Larguier M., Pedemonte B., Pressiat A. & Roditi E. (Eds.) (pp. 587–621) Actes de la XVIème école d'été de didactique des mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage.

BULF, C., MATHE, A.C. & MITHALAL, J. (2015). Langage et construction de connaissances dans une situation de résolution de problèmes en géométrie. *Recherches en didactique des mathématiques*, 35/1, 7-36.

BUTLEN, D., CHARLES-PEZARD, M. & MASSELOT, P. (2009). *Gestes et routines professionnels, un enjeu pour intervenir sur les pratiques enseignantes*, Communication présentée à Espace Mathématique Francophone, Dakar, Sénégal.

GUILLE-BIEL WINDER C. (2014). Etude d'une situation de reproduction de figures par pliage en cycle 2 : le PLIOX. *Annales de didactique et de sciences cognitives. IREM de Strasbourg*. 103-128.

MANGIANTE-ORSOLA, C. & PERRIN-GLORIAN M.J. (2016). *Ingénierie didactique de développement en géométrie au cycle 3 dans le cadre du LéA Valenciennes-Denain*. Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, Arras, France.

http://ardm.eu/files/pre_actes_seminaire_ARDM_janvier_2016.pdf

MANGIANTE-ORSOLA, C. (2012). Une étude de la cohérence en germe dans les pratiques de professeurs des écoles en formation initiale puis débutants. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 32/3, 289-331.

ROBERT A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2/4, 505-528.

VERMERSCH, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris : ESF

TD5 :
Regards croisés sur quelques enjeux didactiques de l'enseignement de la symétrie orthogonale à la transition école-collège

Aurélié Chesnais (LIRDEF, Université de Montpellier)

Viviane Durand-Guerrier (IMAG UMR-CNRS-UM 5149, Université de Montpellier)

Marie-Jeanne Perrin-Glorian (LDAR, Université d'Artois)

Beaucoup de recherches sur l'enseignement de la géométrie ont pris la symétrie orthogonale comme thème principal ou secondaire (pour une synthèse, voir Chesnais et Durand-Guerrier, 2016). Notre atelier revisitera ce thème à partir de plusieurs points de vue, incluant une dimension langagière plus ou moins importante.

L'enseignement de la symétrie orthogonale, à l'école primaire comme en 6ème, prend appui sur des manipulations d'objets matériels, pliage ou retournement d'un calque. Comment traiter dans l'enseignement les relations entre le milieu matériel des figures tracées avec des instruments, les actions physiques sur ces figures et les concepts géométriques ? Comment cela peut-il se traduire dans le langage et dans les gestes des enseignants et des élèves ? (Barrier, Chesnais & Hache, 2014 ; Bosch & Perrin-Glorian, 2013 ; Celi & Perrin-Glorian, 2014 ; Chesnais & Mathé, 2015).

D'une part, nous nous intéresserons aux possibles continuités entre une géométrie physique où les propriétés des figures sont produites et vérifiées à l'aide d'instruments outillant la perception et une géométrie théorique axiomatique où les propriétés des figures sont produites et validées par des énoncés alors que les mêmes mots et les mêmes énoncés peuvent relever soit de la géométrie physique soit de la géométrie axiomatique (Perrin-Glorian & Godin 2014, 2017 à paraître ; Perrin-Glorian, Mathé & Leclercq 2013 ; Perrin-Glorian 2012).

D'autre part, nous nous intéresserons aux enjeux de la prise en compte de la nature des relations logiques (Durand-Guerrier, 2013) et des variations de significations (Verghnaud, 1991) dans la classe dans différents contextes éducatifs, en approfondissant le travail initié notamment dans Barrier et al. (2014).

RÉFÉRENCES

BARRIER T., CHESNAIS A. & HACHE C. (2014). Décrire les activités des élèves en géométrie et leur articulation avec celles de l'enseignant. *Spirale* 54, 175-193.

BOSCH M. & PERRIN-GLORIAN M.J. (2013). Le langage dans les situations et les institutions. In Bronner et al. (eds) *Questions vives en didactique des mathématiques : problèmes de la profession d'enseignant, rôle du langage* (pp. 267-302). Grenoble : La pensée sauvage.

CELI V. & PERRIN-GLORIAN M.J. (2014). Articulation entre langage et traitement des figures dans la résolution d'un problème de géométrie. *Spirale* 54, 151-174.

CHESNAIS A. & MATHÉ A.C. (2015). Activités d'élèves, pratiques d'enseignants, interactions langagières et apprentissages : une étude de cas. In Butlen D., Bloch I., Bosch M., Chambris C., Cirade G., Clivaz S., Gobert S., Hache C., Hersant M., Mangiante-Orsola C. *Rôles et places de la didactique et des didacticiens des mathématiques dans la société et dans le système éducatif* (pp. 499-506). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHESNAIS A., DURAND-GUERRIER V. (2016). *Research on school geometry in the French didactic tradition. The case of orthogonal symmetry*. Communication au colloque ICME 13, Hambourg, 24-31 juillet 2016.

DURAND-GUERRIER, V. (2013). Quelques apports de l'analyse logique du langage pour les recherches en didactique des mathématiques. In Alain Bronner et al. (Ed.) *Questions vives en didactique des mathématiques : problèmes de la profession d'enseignant, rôle du langage* (pp. 233-265). Grenoble : La Pensée Sauvage.

PERRIN-GLORIAN M.J. (2012). Vers une progression cohérente de l'enseignement de la géométrie plane du CP à la fin du collège ? L'exemple de la symétrie axiale. *Bulletin de l'APMEP*, 499, 325-332, disponible en version plus complète sur http://www.apmep.asso.fr/IMG/pdf/Perrin_Glorian_2.pdf.

PERRIN-GLORIAN M.J., MATHÉ A.C. & LECLERCQ R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères-IREM*, 90, 5-41.

PERRIN-GLORIAN M.J. & GODIN M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-école*, 222, 26-36, disponible en ligne http://www.ssrnm.ch/mathecole/wa_files/222-PerrinGlorian.pdf.

PERRIN-GLORIAN M.J. & GODIN M. (2017, à paraître). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. In CORFEM, *Concertum*.

Vergnaud G. (1991). Langage et pensée dans l'apprentissage des maths. *Revue française de pédagogie* 96, 79-86.

TD6 :
Technologies pour l'enseignement, l'apprentissage et la formation en géométrie au premier degré

Fabien Emprin

(ESPE, Université de Reims Champagne-Ardenne)

Michela Maschietto

(Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia (Italie))

Sophie Soury-Lavergne

(Institut Français de l'Education, ENS de Lyon, ESPE de l'académie de Grenoble)

Anne Voltolini

(Laboratoire S2HEP, ENS de Lyon)

En complément du cours sur les technologies à l'école élémentaire, le TD propose de considérer deux sortes de situations d'apprentissage : l'apprentissage des élèves et la formation des enseignants. Dans les deux situations, la technologie est utilisée comme un moyen de constituer un élément du milieu avec lequel interagissent les élèves ou les enseignants. Dans les deux cas également, « la » technologie n'est pas considérée de façon isolée, mais insérée dans une situation qui mobilise d'autres technologies, numériques ou pas. Pour l'apprentissage de la géométrie, au cycle 2 ou au cycle 3, l'environnement numérique, dont la géométrie dynamique, est couplé à l'utilisation d'autres environnements, dont le matériel tangible. Pour la formation, la technologie de géométrie dynamique est insérée dans un simulateur de classe. Pour toutes ces situations, c'est la combinaison des différents types de technologie, au service des apprentissages en géométrie, qui est analysée. Les résultats concernent aussi bien la géométrie que la technologie, avec des propositions de modèles théoriques et des réalisations opérationnelles.

La première séance sera consacrée à un travail sur l'articulation des connaissances spatiales et des connaissances géométriques dans une situation de résolution de problème avec les technologies au cycle 2. Nous proposons d'analyser les relations entre connaissances spatiales et connaissances géométriques dans une situation de résolution de problème au cycle 2. Nous étudierons le rôle particulier de l'espace graphique (Perrin-Glorian *et al.*, 2013) dans des situations qui impliquent l'espace physique et l'espace géométrique. Nous faisons l'hypothèse que le raisonnement géométrique, caractérisé par la déconstruction dimensionnelle (Duval, 2005), résulte d'une mise en relation des propriétés de l'espace physique et avec celles propres à l'espace géométrique. Dans cette mise en relation, nous étudions le rôle central joué par l'espace graphique, qu'il soit tangible avec la feuille de papier ou numérique avec la technologie Cabri Elem. Au cours de cette séance, nous montrerons comment l'idée de combiner environnement physique de manipulation tangible et environnement numérique permet de concevoir des situations didactiques pour l'apprentissage de la géométrie. Nous présenterons l'expérimentation réalisée avec des élèves italiens de 6 ans, à propos du repérage des positions et des déplacements d'un objet dans le plan (Soury-Lavergne & Maschietto, 2015). Nous proposerons aux participants de mettre en œuvre ce modèle pour produire de nouvelles situations d'apprentissage.

Au cours de la seconde séance, le travail proposé aux participants approfondira l'articulation artefact matériel et artefact numérique. Nous présenterons une situation didactique (Brousseau, 1998) pour la conceptualisation du triangle à partir de la construction d'un triangle dont les longueurs des côtés sont données. La situation repose sur une déconstruction dimensionnelle 1D du triangle et mobilise un duo d'artefacts numérique et matériel qui provoque une nouvelle genèse instrumentale du compas (Voltolini, 2014). Nous demanderons aux participants de mettre en œuvre une analyse de la situation afin de montrer l'apport du duo d'artefacts pour l'apprentissage de connaissances sur le triangle. Il s'agira de produire une analyse de la situation permettant de montrer en quoi le duo d'artefacts est favorable à l'émergence et à la transformation de conceptions (Balacheff & Margolinas, 2005) sur le triangle au cours de l'alternance des actions instrumentées avec les instruments (Rabardel, 1995) numériques et matériels. En particulier nous analyserons l'apport de la technologie numérique et du duo pour la mise en œuvre de la déconstruction dimensionnelle (Duval, 2005) du triangle.

Pour la troisième séance du TD, nous aborderons la problématique de formation des enseignants au numérique par le numérique. Former à et par le numérique ne peut pas se limiter à reproduire en ligne les dispositifs de formation en présentiel. Le simulateur informatique de classe (SIC) (Morge, 2008 ; Emprin & Sabra, 2014), développé depuis plusieurs années est un outil de formation et de recherche qui répond à cette problématique de formation à et avec la technologie. Le scénario de formation associé à l'usage de ce simulateur (Pastré, 2005) s'appuie sur les travaux de recherche sur les pratiques de formation (Robert, 2005 ; Abboud-Blanchard & Emprin, 2009). Pour la formation, il met les enseignants en position de résoudre un problème professionnel : proposer aux élèves un problème ouvert en utilisant un logiciel de géométrie dynamique. Pour la recherche, il permet de recueillir les choix d'un grand nombre d'enseignants confrontés, strictement, à la même situation et ainsi comprendre ce qui détermine ces choix. L'enjeu de cette séance sera d'analyser le scénario de formation proposé, pour dégager les fondements sur lesquels il s'appuie tant du point de vue de la didactique de la géométrie, que de l'usage des logiciels de géométrie dynamique et des pratiques de formation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABBOUD-BLANCHARD, M., & EMPRIN, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. *Recherche & formation*, 62(3), 125–140.

BALACHEFF, N., & MARGOLINAS, C. (2005). cKc : modèle de connaissances pour le calcul de situations didactiques. In MARGOLINAS, C. & MERCIER, A. (EDS) *Actes de la XIIIème école d'été de didactique des mathématiques*. France : La pensée Sauvage Grenoble, Balises pour la didactique des mathématiques, pp.1-32.

BROUSSEAU, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée Sauvage.

DUVAL, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 5–53.

MORGE, L. (2008). *De la modélisation didactique à la simulation sur ordinateur des interactions langagières en classe de sciences*. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00528874>

PASTRÉ, P. (2005). *Apprendre par la simulation: de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Octarès.

PERRIN-GLORIAN, M.-J., MATHÉ, A.-C., & LECLERCQ, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? *Repères-IREM*, 90, 5–41.

RABARDEL, P. (1995). *Les hommes & les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Paris France: Armand Colin.

ROBERT, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants du second degré. *Recherches et Formation*, 50, 75–90.

SABRA, H., EMPRIN, F., CONNAN, P.-Y., JOURDAIN, C. (2014). Classroom Simulator, a new instrument for teacher training. The case of mathematical teaching. In G. Futschek & C. Kynigos (Eds), *Proceedings of the 3rd international constructionism conference (pp. 145-155)*. Vienna: Austria, Österreichische Computer Gesellschaft.

SOURY-LAVERGNE, S., & MASCHIETTO, M. (2015). Articulation of spatial and geometrical knowledge in problem solving with technology at primary school. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 47(3), 435–449.

VOLTOLINI, A. (2014). Un duo d'artefacts virtuel et matériel pour apprendre à construire un triangle à la règle et au compas. *Grand N*, 94, 25–46.

Thème 2

« Évaluation en mathématiques, approches didactiques »

Argumentaire

Responsable scientifique : Lucie DeBlois

Responsables dans le CSO : Sylvie Coppé et Éric Roditi

Le thème de l'évaluation est un thème prospectif de cette école d'été, dans le sens où, jusqu'à récemment, peu de recherches françaises en didactique des mathématiques se sont intéressées à ce sujet (Bodin, 1997). Or, actuellement deux projets de recherche portant sur l'évaluation sont en cours dans lesquels les didacticiens ont une part importante : le projet de recherche européen ASSIST ME (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education) et le projet ANR NéoPréval (Nouveaux Outils pour de nouvelles Pratiques d'éVALuation et d'enseignement en mathématiques). Une fonction de l'école d'été étant de « contribuer à l'ouverture de nouveaux terrains ou de nouvelles questions de recherche », il nous semble que le moment est venu de lancer des pistes de travail en didactique des mathématiques sur cette question de l'évaluation, et plus précisément sur celle, sommative ou formative, des apprentissages des élèves.

Il s'agira, dans cette école d'été, d'une part, d'apporter des éclairages théoriques et des méthodes spécifiques sur les questions liées à l'évaluation et, d'autre part, de comprendre comment la prise en compte par la didactique des mathématiques de phénomènes liés à l'évaluation peut enrichir voire renouveler les questionnements, les objets, les méthodes ou même les théories.

Dans les années 1980, en se plaçant dans une perspective anthropologique, Chevallard (1986, 1989) propose de considérer les personnes comme sujet d'institution(s), introduit les concepts de rapports institutionnels/personnels à des objets de savoir, et propose, lorsqu'il s'agit d'évaluation, de distinguer entre véridiction et objectivation. Il montre également le rôle prépondérant du contrat didactique dans les processus d'évaluation. Ses textes portent essentiellement sur les évaluations « notées » qui relèvent de l'évaluation sommative. Chevallard (1998, 1999) définira ensuite le moment de l'évaluation comme l'un des six moments didactiques qui composent l'organisation didactique. L'étude des organisations mathématiques (ponctuelles, locales et globales) fournit un cadre pour penser l'organisation des savoirs enseignés en dégagant des raisons d'être, des types de tâches, techniques et technologies en allant jusqu'à la détermination des objets évalués à la fois de façon sommative et formative.

En référence à la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986, 1998), Margolinas (1992) distingue ce qu'elle nomme les phases d'évaluation et les phases de validation. Cela lui permet d'analyser les conclusions des situations didactiques à l'aune des responsabilités mathématiques effectivement prises par les élèves quant à la construction de connaissances. En 1995, Brousseau (1995) introduit la notion de « régulation » et, en cela, souligne l'importance du rôle de l'enseignant dans la conduite du déroulement des situations didactiques. Perrin-Glorian et Hersant (2003) reprennent le questionnement sur

les rôles de contrat et milieu mais dans le cadre des séquences ordinaires ce qui les amène à préciser différents contrats et à introduire la notion de « situation de rappel ». Les interactions sur le savoir en jeu, dans les différentes phases d'une situation didactique, peuvent ainsi faire l'objet d'analyse.

Dans le contexte de cette école d'été, à la lumière des recherches antérieures et actuelles en didactique des mathématiques, nous souhaitons travailler le concept d'évaluation, en le limitant à celui des apprentissages des élèves. L'évaluation sommative conduit à analyser, d'un point de vue didactique, les questions et items proposés dans les évaluations ainsi que leur capacité à rendre compte des apprentissages consécutifs aux enseignements dispensés (Bodin, 2008 ; Grapin, 2016 ; Roditi & Salles, 2015 ; Sayac & Grapin, 2015).

L'évaluation formative peut être considérée, suivant les ancrages théoriques, dans différentes phases d'une situation didactique, dans différents moments de l'étude ou dans les deux boucles de régulation de l'activité. Différents niveaux d'échelle seront à considérer. L'évaluation sommative s'effectue, en effet, tant au niveau international qu'à celui de la classe (Chevallard & Feldemann, 1986 ; Horoks, 2008 ; Vantourout, 2004), et l'évaluation formative vise à répondre aux besoins d'apprentissage des élèves et à adapter l'enseignement à différents niveaux (Shavelson, 2008) : au niveau global à travers des évaluations formelles et planifiées, mais aussi au niveau local ou micro, pour gérer les interactions, que les évaluations soient prévues ou « on the fly ». Nous chercherons à déterminer comment, en s'appuyant sur les cadres et méthodes de la didactique de mathématiques, une entrée par l'évaluation, peut en renouveler les questionnements, les objets d'étude, les méthodes et les concepts.

Un développement des recherches en didactique apparaît nécessaire pour l'analyse de phénomènes institutionnels scolaires comme l'introduction de l'évaluation par compétences (Legendre et Morissette, 2014) ou pour la contribution aux débats scientifiques ouverts par les évaluations nationales et internationales (Bodin, 2008 ; Chesné, 2014 ; Roditi & Salles, 2015 ; DeBlois, Freiman & Rousseau, 2007). Les évolutions récentes de la recherche sur l'évaluation formative (Allal & Mottiez-Lopez, 2007 ; Mottier Lopez, 2012 ; Giroux & Ste-Marie, 2015) invitent à penser qu'il y a là aussi une ouverture importante pour l'analyse didactique des pratiques d'enseignement.

Ainsi, les questions suivantes pourront être travaillées de façon directe ou indirecte durant l'école d'été :

- Comment les théories didactiques relatives aux savoirs mathématiques et à leur apprentissage (théorie des champs conceptuels, théorie des situations didactiques, théorie anthropologique du didactique, dialectique outil-objet, etc.) permettent-elles d'analyser la validité d'une évaluation sommative ?
- Comment les outils didactiques (et lesquels ? on peut penser aux niveaux de mise en fonctionnement des connaissances définis par Robert (1998) par exemple) permettent-ils d'appréhender la notion de « difficulté » d'une question mathématique qui, dans le champ de l'évaluation, n'est définie que par le pourcentage de bonnes réponses des élèves à cette question ?
- Comment la référence au savoir, à travers des analyses épistémologiques et/ou didactiques, s'avère-elle un élément constitutif fondamental des processus d'évaluation formative ? Comment, suivant les ancrages théoriques convoqués pour les analyses didactiques, ces processus peuvent-ils être différemment analysés, compris et

interprétés ? Nous pensons encore aux cadres théoriques issus de la recherche française en didactique, mais aussi à des travaux portant sur le développement de la compréhension comme ceux de Brunner (1960) ; Byers et Herscovics (1977) ; Herscovics & Bergeron (1988) ; DeBlois (1996) ; Naghibi-Beidokhti (2008) ; Sierpinska (1995).

- Comment, par exemple, les concepts de contrat et de milieu et/ou le concept de topos permettent-ils d'aborder d'un point de vue didactique ce qui se joue dans les processus d'évaluation formative ? L'enseignant pouvant introduire de nouveaux éléments dans le milieu (ce qui peut modifier la part de responsabilité mathématique dévolue à chacun) afin de réguler les actions des élèves et, par conséquent, leurs apprentissages potentiels. Comment, de même, les phases de validation, qui sont le lieu d'échanges argumentatifs et d'évolution des raisonnements des élèves, peuvent-elles permettre à l'enseignant de procéder à une évaluation formative ?
- À l'instar de Ash et Levitt (2003), on peut également envisager que l'intégration de pratiques d'évaluation formative peut constituer un levier pour faire évoluer leurs pratiques d'enseignement mais à quelles conditions, par quelles méthodes ?
- Comment, enfin, didacticiens des mathématiques et spécialistes de l'évaluation peuvent-ils croiser leurs travaux afin de profiter réciproquement des acquis scientifiques spécifiques à leur champ de recherche respectif et ainsi le développer tout en respectant les ancrages épistémologiques et théoriques propres à leurs approches ?

Dans ce contexte, les deux premiers cours ont pour but d'apporter aux chercheurs en didactique des mathématiques, en lien avec leur discipline, des connaissances spécifiques au champ de l'évaluation, telles qu'elles se développent actuellement. Le premier cours proposera un point sur les concepts et paradigmes majeurs issus de la recherche en évaluation en développant également les apports des recherches actuelles et les questions vives qu'elles soulèvent. Le deuxième cours présentera le modèle de la réponse à l'item qui constitue l'outil statistique de référence pour tous les organismes chargés de concevoir des dispositifs d'évaluation à grande échelle. Le troisième cours visera enfin à interroger les possibilités d'enrichissement réciproque de la recherche en didactique des mathématiques et en évaluation : de leurs objets, questionnements et problématiques, de leurs cadres théoriques et conceptuels, ou de leurs méthodes.

Éléments de bibliographie

- Allal, L. & Mottier-Lopez, L. (2007). *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation*. De Boeck : Belgique.
- Ash, D., & Levitt, K. (2003). *Working within the Zone of Proximal Development: Formative Assessment as Professional Development*, *Journal of Science Teacher Education*, 14(1): 1-313.
- Behr, M., Lacompane, C & Wheeler, M. (eds.), *Proceedings of The 10th Annual Meeting of PME-NA*, (pp. 15-22). Illinois: Northern Illinois University.
- Bodin, A. (1997). L'évaluation du savoir mathématique – Questions et méthodes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(1), 49-96.
- Bodin, A. (2008). Lecture et utilisation de PISA pour les enseignants. *Petit x*, 78, 53-78.
- Boulet, G. (1998). Didactical Implications of Children's Difficulties in Learning the Fraction Concept. *Focus on Learning Problem in Mathematics*, 20 (4), 19-34.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques* vol 7/2, 33-116. Grenoble : La Pensée Sauvage Editions.

- Brousseau, G. (1995). « L'enseignant dans la théorie des situations didactiques : 1. Structure et fonctionnement du système didactique », In R. Noirfalise & M. J. Perrin-Glorian (Eds.), *Actes de la VIII^e Ecole d'été de didactique des mathématiques St-Sauves d'Auvergne* (pp. 3-46). Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand.
- Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée sauvage.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*, (pp. 57-58). Cambridge: Harvard.
- Byers, V. & Herscovics, N. (1977). Understanding school mathematics. *Mathematics Teaching*, 81, 24-27.
- Chesné, J.-F. (2014). *D'une évaluation à l'autre : des acquis des élèves sur les nombres en sixième à l'élaboration et à l'analyse d'une formation d'enseignants centrée sur le calcul mental*. Thèse de l'Université Paris 7.
- Chevallard, Y. & Feldemann, S. (1986). *Pour une analyse didactique de l'évaluation*. Marseille : IREM d'Aix-Marseille.
- Chevallard, Y. (1989). Évaluation, véridiction, objectivation. In J. Colomb et J. Marsenach (éds), *L'évaluateur en révolution*, INRP, Paris, p. 13-36.
- Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactiques des mathématiques : l'approche Anthropologique. In R. Noirfalise (Ed) *Analyse des pratiques enseignantes et didactiques des mathématiques. Actes de l'Université d'été de didactique de La Rochelle*, IREM de Clermont Ferrand, 119-140.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-265.
- DeBlois, L. (1996). Une analyse conceptuelle de la numération de position au primaire. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble : Éditions la Pensée Sauvage. France, 16 (1). 71-128.
- DeBlois, L., Freiman, V. & Rousseau, M. (2007). Les résultats des élèves aux tests internationaux et leur possible influence sur les thèmes de recherche. La didactique des mathématiques au Québec : genèse et perspectives. Actes du colloque du Groupe des didacticiens des mathématiques du Québec 2007, 135-147.
- Giroux, J. & Ste-Marie, A. (2015). Approche didactique en orthopédagogie des mathématiques dans le cadre d'un partenariat in I. Nedelec-Trohel, L. Numa-Bocage, J-C. Kalubi (dir.) *Conceptions, pratique et formations inclusives, La nouvelle revue de l'adaptation et la scolarisation* (70-71), 195-207.
- Herscovics, N. & Bergeron, J. C. (1988). An Extended Model of Understanding. In Proceedings of the tenth Annual Meeting PME-NA, Dekalb, Illinois, novembre, 15-22.
- Horocks, J. (2008). Les triangles semblables en classe de seconde : De l'enseignement aux apprentissages. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(3), 379-416.
- Margolinas, C. (1992) Eléments pour l'analyse du rôle du maître : les phases de conclusion. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1), 113-158.
- Morissette, J. & Legendre, M.-F. (2011). L'évaluation des compétences en contexte scolaire : des pratiques négociées. *Education Sciences & Society* 2, 133–147.
- Mottier-Lopez, L. (2012). *La régulation des apprentissages en classe*. Bruxelles : De Boeck.
- Naghbi-Beidokhti, M. (2008). *Un portrait de la compréhension du concept de la fraction : Une étude exploratoire en Iran*. Thèse de doctorat. Université Laval. Québec.
- Perrin Glorian, M. J. & Hersant, M. (2003). Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en didactique des mathématiques* 23/2, Grenoble : La Pensée Sauvage Editions, 217-276.

- Robert, A. (1998) Outil d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2), 139-190.
- Roditi, E. & Salles, F. (2015). Nouvelles analyses de l'enquête PISA 2012 en mathématiques. *Éducation et formations*, 86-87, 236-267.
- Sayac N. & Grapin N. (2015). Analyse didactique d'une évaluation externe en mathématiques : quels outils pour quels enjeux ? *Recherches en didactique des mathématiques*, 35(1),101-126.
- Shavelson, R. J., Yin, Y., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., Young, D. B., Tomita, M. K., Brandon, P. R., & Pottenger, F. (2008). *On the role and impact of formative assessment on science inquiry teaching and learning*. In J. E. Coffey, R. Douglas, & C. Stearns (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 21–36). Washington, DC: NSTA Press.
- Sierpinska, A. (1995). *La compréhension en mathématiques*, Mont-Royal, Québec: Modulo Editeur.
- Vantourout, M. (2004). *Étude de l'activité et des compétences de professeurs des écoles et de professeurs de mathématiques dans des situations "simulées" d'évaluation à visée formative en mathématiques*. Thèse de doctorat, Université Paris 5.

Les cours

Cours 1 : Fondements et limites des Modèles de Réponse à l'Item

Réginald Burton (Université du Luxembourg)

De plus en plus de dispositifs d'évaluation locale (évaluation formative, monitoring, épreuves d'orientation scolaire) ont recouru aux Modèles de Réponse à l'Item (IRT models) pour estimer les compétences scolaires des élèves au départ de tests papier-crayon ou assistés par ordinateur. Ces modèles de mesure - dont les propriétés laissaient entrevoir des progrès et des avantages considérables - se sont d'abord imposés comme standards de référence dans les enquêtes internationales pour être ensuite transposés dans des contextes locaux.

Cependant, la technicité des MRI, leur nature stochastique et leurs composantes statistiques relativement complexes n'ont pas toujours permis une approche cartésienne et prudente de leur exploitation. On a cru pendant longtemps que la transposition de ces modèles des enquêtes internationales aux évaluations locales était naturelle et ne souffrait d'aucun obstacle fondamental. Mais les objectifs, les caractéristiques et les exigences des évaluations locales sont parfois bien éloignés des préoccupations internationales ce qui peut conduire à des erreurs de mesure.

Nous nous proposons donc, au départ de considérations théoriques et résultats empiriques, de déterminer, dans quelles conditions, l'application des MRI aux politiques d'évaluations locales est pertinente ? Dans cette perspective, plusieurs critères d'analyse seront envisagés : la nature théorique des modèles (les MRI sont-ils adaptés pour atteindre les objectifs des évaluations locales ?), les caractéristiques psychométriques des évaluations (les conditions d'application des MRI sont-elles toujours remplies dans le cadre des évaluations locales ?) et les méthodes validation des modèles (les méthodes pour évaluer l'adéquation des modèles sont-elles adaptées aux évaluations locales ?).

RÉFÉRENCES

BURTON, R. (2012). La Robustesse des Modèles de Réponse à l'Item. Communication présentée au 4e colloque international Méthodes Quantitatives et Sciences Humaines. Le 8 juin 2012, Québec (Canada).

BURTON, R. (2012). Quels modèles de mesure pour l'évaluation des compétences ? Communication présentée au 24^e colloque international de l'ADMEE-Europe. L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel. Du 11 au 13 janvier 2010, Luxembourg.

BURTON, R. & DIERENDONCK, C. (2011). Les enquêtes internationales. Québec : Presses Université Laval.

BURTON, R. & DIERENDONCK, C. (2010). Modèles de mesure et évaluation des compétences complexes. Conférence présentée au 16^e congrès de l'Association Mondiale des Sciences de l'Education (AMSE). Evaluation des performances complexes. Du 31 avril au 4 juin 2010. Monterrey (Mexique).

BURTON, R. (2004). Influence des distributions du trait latent et de la difficulté des items sur les estimations du modèle de Birnbaum : une étude du type Monte-Carlo. *Mesure et évaluation en éducation*, 27, 3, 41–62.

FAGNANT, A. & BURTON, R. (2010). Développement de compétences et résolution de problèmes en mathématiques à l'école primaire : pratiques déclarées des enseignants et pratiques projetées des futurs enseignants. *Scientia Paedagogica Experimentalis* (à paraître dans le numéro 46(2) de 2009).

HAMBLETON, R. K., SWAMINATHAN, H. & ROGERS, H.J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park CA : Sage publications.

VRIGNAUD, P. & CHARTIER, P. (1999). Quand les modèles de mesure deviennent réducteurs : apports et limites des Modèles de Réponse à l'Item pour les comparaisons internationales. Paris : Service de Recherche de l'INETOP.

WU, M.L., ADAMS, R.J. & WILSON, M.R. (1997). *ConQuest*. Generalized item response modelling software. Draft release. Hawthorn Australia : ACER.

Cours 2 : Activité des évaluateurs et des évalués

Rémi Goasdoué (Université Paris Descartes, Laboratoire EDA)

Marc Vantourout (Université Paris Descartes, Laboratoire EDA)

Dans la première partie de l'intervention, nous proposerons un bilan non-exhaustif et critique des connaissances consensuelles que l'on peut tirer de la littérature consacrée à l'évaluation des apprentissages scolaires. Il s'agit, pour nous, d'un vaste domaine où se confondent trop souvent travaux de recherche et prescriptions méthodologiques, avec de robustes doxas, notamment celles relatives aux typologies de l'évaluation et aux formes d'évaluations à privilégier (évaluation formative, évaluation des compétences, rôle des évaluations internationales, scientificité des évaluations à large échelle, etc.).

La seconde partie sera consacrée aux questions que nous estimons importantes et devant faire l'objet de travaux, dont la réalisation requiert l'adoption de quelques principes exposés dans le cadre des approches psycho-didactiques des évaluations. Nous considérons que l'évaluation est avant tout une pratique et de ce fait privilégions une « entrée par l'activité » des évalués et des évaluateurs, avec pour l'activité de ces derniers au moins deux facettes, la conception d'épreuves et leur correction. Pour ce qui est des évalués, l'une des « clés » est de comprendre les processus qu'ils mettent en œuvre lorsqu'ils pour répondre aux tâches d'évaluation. L'importance accordée aux contenus impliqués dans les évaluations est donc centrale et se manifeste à travers la volonté d'articuler didactique(s) et évaluations. L'analyse des tâches d'évaluation afin de s'assurer de leur validité, notamment psycho-didactique (complémentaire de la validité épistémologique), constitue un enjeu majeur, tant sur le plan des pratiques que des travaux de recherche.

Nous nous efforcerons de montrer que l'évaluation est un dialogue indirect mêlant épreuves et preuves. Les enseignants conçoivent des tâches (épreuves) censées mettre en évidence les acquis des élèves. L'activité de réponse des élèves est structurée par l'intention de faire preuve de leur maîtrise par toutes les voies possibles. Enfin, l'activité de correction s'apparente à une forme d'enquête fondée sur la recherche de preuves attestant des acquis, révélant des stratégies de réponse, des niveaux de développement conceptuels. Partant de cette description de bon sens, nous montrerons que les spécificités des contenus évalués suscitent des raisonnements évaluatifs (manières de faire preuve) variés dont les différences sont parfois plus importantes que celles pointées par les typologies articulées autour des fonctions de l'évaluation (évaluation diagnostique, formative, sommative, etc.). La plupart des points qui seront abordés dans cette partie renvoient à des travaux sur lesquels nous nous appuyons, notamment en en présentant les principaux résultats.

RÉFÉRENCES

BAIN, D. (2002). De l'évaluation aux compétences : mise en perspective de pratiques émergentes. In *J. Dolz et E. Ollagnier, L'énigme de la compétence en éducation*, p. 129-145.

CARDINET, J. (1988). Objectifs éducatifs et évaluation individualisée. In *J. Cardinet, Evaluation scolaire et mesure*, p. 63-117.

- DESROSIÈRES, A. (2001). Entre Réalisme métrologique et conventions d'équivalence : les ambiguïtés de la sociologie quantitative ». *Genèses*, n° 43, 112-127.
- GOASDOUÉ, R. et VANTOUROUT, M. (2017). Evaluations scolaires et jugement des enseignants : vers une docimologie cognitive. In P. Detroz, M. Crahay et A. Fagnant, *L'évaluation à la lumière des contextes et des disciplines*, p. 141-167. De Boeck : Bruxelles.
- GOASDOUÉ, R., VANTOUROUT, M. et BEDOIN, D. (2016). La correction de dissertations : nouveau regard sur la construction des jugements des évaluateurs. In L. Mottier Lopez et W. Tessaro, *Le jugement professionnel au cœur de l'évaluation et de la régulation des apprentissages*, p. 73-93. Berne : Peter Lang.
- GRAPIN, N. (2015). Etude de la validité de dispositif d'évaluation et conception d'un modèle d'analyse multidimensionnelle des connaissances numériques des élèves en fin d'école. Thèse de doctorat – Université Paris Diderot.
- HADJI, C. (2015). *L'évaluation à l'école – Pour la réussite de tous les élèves*. Paris : Nathan.
- HADJI, C. (2012). *Faut-il avoir peur de l'évaluation ?* Bruxelles : De Boeck.
- NOIZET, G. et CAVERNI, J.-P. (1978). *Psychologie de l'évaluation scolaire*. Paris : PUF.
- RODITI, E. et SALLES, F. (2015). Nouvelles analyses de l'enquête PISA en 2012 en mathématiques – Un autre regard sur les résultats. *Education & Formation* n° 86-87, 235-257.
- VANTOUROUT, M. et GOASDOUÉ, R. (2014). Approches et validité psycho-didactiques des évaluations. *Education et Formation – e-302*, 139-156.
- VANTOUROUT, M. et MAURY, S. (à paraître 2017). Evaluation de la lecture au CP : mise en œuvre d'une approche multidimensionnelle. *Education & didactique*.
- VERGNAUD, G. (2001). Psychologie du développement cognitif et évaluation des compétences. In G. Figari et M. Achouche, *L'activité évaluative réinterrogée*, p. 41-51. Bruxelles : De Boeck.

Cours 3 :

Évaluer en mathématiques : des pistes pour un enrichissement réciproque de la recherche en didactique des mathématiques et en évaluation

Brigitte Grugeon-Allys

(Laboratoire de Didactique André Revuz, Université Paris Est Créteil, Universités Paris-Diderot, Universités de Cergy Pontoise, Artois, Rouen)

L'enjeu de ce troisième cours est d'interroger les possibilités d'enrichissement réciproque de la recherche en didactique des mathématiques et en évaluation, tout en respectant les ancrages épistémologiques et théoriques propres à leurs approches : de leurs objets, questionnements et problématiques, de leurs cadres théoriques et conceptuels, ou de leurs méthodes.

Après avoir fait le point sur les travaux menés sur l'évaluation dans le champ de la didactique des mathématiques (Bodin, 1997 ; Brousseau, 1986, 1995 ; Chevallard, 1986, 1989), puis dans le champ de l'évaluation (Allal & Mottier Lopez, 2007 ; Black et William, 1998 ; De Ketele, 2016 ; Mottier-Lopez, 2012) nous dégagerons des évolutions de leurs questionnements et problématiques, de leurs cadres théoriques et conceptuels.

Nous interrogerons à partir des théories didactiques la question de la validité d'une évaluation et du rôle d'une approche épistémologique (Grugeon-Allys, 2016). Plus localement, nous revisiterons la notion de « difficulté » d'une question. Nous l'illustrerons par des apports de l'interprétation didactique des évaluations nationales et internationales à un niveau local ou global (CNEO, 2016 ; Grugeon-Allys & Grapin, 2015 ; Roditi & Salles, 2015 ; Sayac & Grapin, 2015).

Nous nous demanderons en quoi la référence à un savoir, à travers les analyses épistémologiques et/ou didactiques constitue un élément essentiel des processus d'évaluation formative et comment, selon les différents cadres théoriques, les analyses peuvent être menées, à différents niveaux d'échelles, en particulier, à travers les concepts de contrat et de milieu et / ou de topos.

Pour terminer, nous questionnerons les conditions d'évolution des pratiques enseignantes en lien avec l'intégration de pratiques d'évaluation formative et de régulation.

RÉFÉRENCES

- ALLAL, L. & MOTTIER LOPEZ, L. (2007). Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation. Bruxelles : De Boeck.
- BLACK, P. & WILLIAM, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy, & Practice*, 5, 7–74.
- BODIN, A. (1997). L'évaluation du savoir mathématique – Questions et méthodes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(1), 49-96.
- BROUSSEAU, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques* 7(2), 33-116.

BROUSSEAU, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques : 1. Structure et fonctionnement du système didactique. In R. Noirfalise & M. J. Perrin-Glorian (Eds.), *Actes de la VIII^e Ecole d'été de didactique des mathématiques St-Sauves d'Auvergne* (pp. 3-46). Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand.

CHEVALLARD, Y. & FELDEMANN, S. (1986). Pour une analyse didactique de l'évaluation. Marseille : IREM d'Aix-Marseille.

CHEVALLARD, Y. (1989). Évaluation, véridiction, objectivation. In J. Colomb et J. Marsenach (éds), *L'évaluateur en révolution* (pp. 13-36). Paris : INRP.

CNESO (2016). Rapport scientifique. Comparaison des évaluations PISA et TIMSS. *Acquis des élèves : comprendre les évaluations internationales Volume 2*.

GRUGEON-ALLYS, B. (2016). Évaluer en mathématiques : une approche didactique et épistémologique, In P. Detroz, M. Crahay, A. Fagnant (Eds), *L'évaluation à la lumière des contextes et des disciplines* (pp. 63-90). De Boeck.

GRUGEON-ALLYS, B. & GRAPIN, N. (2015). Validité d'une évaluation externe : complémentarité entre une approche didactique et psychométrique. In A.C. Mathé & E. Mounier (Eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (pp. 15-26). IREM de Paris 7.

DE KETELE, J.M. (2016). L'évaluation et ses nouvelles tendances sources de dilemmes. *Education permanente* 208.

MOTTIER-LOPEZ, L. (2012). *La régulation des apprentissages en classe*. Bruxelles : De Boeck.

RODITI, E. & SALLES, F. (2015). Nouvelles analyses de l'enquête PISA 2012 en mathématiques. *Éducation et formations*, 86-87, 236-267.

SAYAC N. & GRAPIN N. (2015). Analyse didactique d'une évaluation externe en mathématiques : quels outils pour quels enjeux ? *Recherches en didactique des mathématiques*, 35(1),101-126.

Les travaux dirigés

TD1 :

L'évaluation standardisée à grande échelle : enjeux théoriques et pratiques

Reinaldo Dos Santos

(Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance)

La théorie classique des tests est un champ de la psychométrie qui se concentre sur la détermination des caractéristiques d'un test en tant que tel, et notamment sur les deux questions fondamentales qui se posent à l'évaluateur lors de la conception du test : est-ce que ce test mesure bien ce que je souhaite mesurer ? Est-ce qu'il le mesure de manière cohérente ? (Novick, 1966)

La qualité d'un test, selon la théorie classique, se décrit à l'aide de deux indicateurs : sa validité et sa fidélité. La fidélité d'un test représente sa cohérence interne. Elle permet de vérifier que l'ensemble des items du test mesure bien la même dimension psychométrique (Cronbach, 1951). La validité d'un test représente la précision du test dans sa mesure du niveau réel du sujet (Cronbach & Meehl, 1955).

Si la théorie classique des tests présente une utilité certaine pour analyser un test dans son ensemble, elle ne donne que peu de précisions sur le contenu détaillé de celui-ci. C'est pourquoi il est intéressant de lui substituer la théorie de réponse à l'item, afin de répondre aux deux questions suivantes : quelle est la difficulté réelle de tel item ? Quel est le niveau réel de tel sujet ? (Lord et al., 1968 ; Rasch, 1993)

Le postulat fondamental des modèles de réponse à l'item est que la performance d'un sujet à tel item est fonction d'un trait latent, et non directement observable. Le recours aux méthodes probabiliste permet d'approcher une mesure de ce trait, par la combinaison de performances à différents items de difficulté connue.

Enfin, le modèle de réponse à l'item permet de construire des tests d'un plus haut niveau de complexité. Nous prendrons ici l'exemple des tests dits adaptatifs (Yan et al., 2014 ; Jodoin et al., 2006).

Faire passer tel item à tel sujet est porteur d'information si la différence entre la difficulté réelle de l'item et le niveau réel du sujet n'est pas trop important. Par conséquent, comment réaliser un test qui soit optimal en termes d'items pour un public particulièrement hétérogène ? Cette difficulté se rencontre souvent dans le cadre de l'évaluation professionnelle, de la formation continue, mais également dans le cadre de l'évaluation fine d'une population fortement disparate (Journée Défense Citoyenneté, sujets en situation de handicap).

Un test adaptatif a pour principe de chercher à estimer le niveau réel du sujet en cours de test, de façon à lui proposer des items suffisamment proches de ce niveau supposé pour être porteurs d'information. On peut distinguer les tests dit "full adaptative" qui réajustent leur estimation après chaque item, et les tests "multistage" qui fonctionnent par paliers.

Nous prendrons comme exemple le HandiPanel réalisée par la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance du ministère de l'éducation nationale.

RÉFÉRENCES

ALLEN, M. & YEN, W. (2002). Introduction to measurement theory. Long Grove, IL : Waveland Press.

- CRONBACH, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297–334.
- CRONBACH, L. J. & MEEHL, P. E. (1955). *Construct validity in psychological tests*. *Psychological bulletin*, 52 (4), 281-303.
- JODOIN, M. G., ZENISKY, A. & HAMBLETON, R. K. (2006). *Comparison of the psychometric properties of several computer-based test designs for credentialing exams with multiple purposes*. *Applied Measurement in Education*, Volume 19, Numéro 3, Pages 203 à 220.
- LAVEAULT, D. & GRÉGOIRE, J. (2002). *Introduction aux théories des tests : en psychologie et en sciences de l'éducation*. De Boeck Supérieur.
- LORD, F. M., NOVICK, M. R. & BIRNBAUM, A. (1968). *Statistical theories of mental test scores*.
- NOVICK, M. R. (1966). *The axioms and principal results of classical test theory*. *Journal of mathematical psychology*, Volume 3, Numéro 1, Pages 1 à 18.
- RASCH, G. (1993). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago: MESA Press.
- YAN, D., VON DAVIER, A. A. & LEWIS, C. (2014). *Computerized multistage testing : Theory and applications*. Boca Raton: CRC Press.

TD2 :

Deux modèles didactiques pour l'évaluation en contexte d'orthopédagogie : l'investigation dynamique des connaissances mathématiques et l'interprétation des activités cognitives des élèves.

Jacinthe Giroux (UQAM) , Raquel Barrera-Curin (UQAM)

Lucie DeBlois (Université Laval)

Les trois travaux dirigés portent sur l'évaluation des connaissances mathématiques en contexte orthopédagogique. Au cours du premier travail dirigé, les participants seront initiés aux instruments développés dans le cadre d'une approche d'investigation dynamique des connaissances mathématiques en contexte orthopédagogique. Quatre instruments portant sur des domaines arithmétiques différents ont été développés. Chaque instrument est composé de différents outils pour mener un entretien, interpréter les conduites mathématiques et cibler le travail mathématique à engager avec l'élève. La présentation des fondements didactiques de notre approche didactique (Giroux et Ste-Marie, 2014) qui s'inspire à la fois de la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1988) et de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), permettra de caractériser l'apport d'une perspective didactique à la culture orthopédagogique du Québec. Ensuite, le travail dirigé permettra aux participants de se familiariser avec les outils d'investigation des connaissances sur les structures multiplicatives. À cette fin, différents documents seront mis à la disposition des participants (extraits vidéos d'entretiens, protocoles, traces écrites, ...). Un parcours à travers ces documents leur sera proposé pour dégager des éléments de réponse à la question suivante : Quelles informations spécifiques peut fournir l'investigation dynamique des connaissances que des instruments plus classiques (tests standardisés ou épreuve maison) ne permettent pas d'obtenir (et vice-versa) ?

Le deuxième travail dirigé propose l'expérimentation d'un deuxième modèle pour réaliser une évaluation par une interprétation des activités cognitives des élèves mais aussi par une étude des interactions qui émergent de cette interprétation. Pour ce faire, nous utiliserons le modèle de développement de la compréhension en mathématiques (Bergeron et Herscovics, 1989), 1977), pour situer ses composantes dans le modèle d'interprétation des activités cognitives d'élèves (DeBlois, 2003). Inspiré par les travaux de Piaget (1977) sur l'abstraction réfléchissante, ce dernier modèle vise à suivre le processus de développement des connaissances et des savoirs des élèves. Durant ce travail dirigé, des productions d'élèves sont analysées dans leur contexte pour interpréter leurs représentations à l'égard de la tâche, au sens des conceptions, dévoilant ainsi les milieux auxquels ils sont sensibles, leurs créativité (Bélanger, DeBlois et Freiman, 2016) et leurs rapports aux savoirs (DeBlois, 2014) mais aussi leurs attentes entretenues à l'égard des tâches (DeBlois et Bélanger, 2016). L'étude des traces écrites des élèves et des protocoles d'entretiens entre une orthopédagogue et un élève soulèveront la question de la nature des interactions à créer entre un élève en difficulté et un intervenant.

Dans le troisième travail dirigé, les approches étudiées aux deux premiers temps seront réinvesties pour traiter la question suivante : Sous quelles conditions peut-on mettre en œuvre une approche didactique qui articule les dimensions d'évaluation et d'intervention ? Les participants traiteront cette question partant d'une analyse de données (interactions

didactiques, productions d'élèves, etc.) issues d'entretiens menés dans le cadre de chacune des deux approches. L'identification des caractéristiques (limites et possibles) propres à chacune d'elles permettra d'interroger le modèle dichotomique dominant (évaluation/intervention), qui s'inspire de la médicalisation des difficultés scolaires (Morel, 2014), pour réfléchir à des pistes proprement didactiques.

RÉFÉRENCES

- BÉLANGER, J.-P., DEBLOIS, L. & FREIMAN, V. (2014). Interpréter la créativité du raisonnement dans les productions d'élèves en mathématiques d'une communauté d'apprentissages multidisciplinaires interactifs. *Éducation et Francophonie XLII* (2), 44-63.
- BERGERON, J. C. ET HERSCOVICS, N. (1989). Un modèle de la compréhension pour décrire la construction de schèmes conceptuels mathématiques. In Actes de la 41e Rencontre C.I.E.A.E.M. (Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques) (pp. 139-147), Bruxelles.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée Sauvage.
- BROUSSEAU, G. (2007). Les utilisations abusives des évaluations. Une étude en théorie des situations. Texte de conférence, Seattle. Mars 2007.
- DEBLOIS, L. (2003). Interpréter explicitement les productions des élèves: une piste... *Éducation et Francophonie XXXI*(2), 176-199.
- DEBLOIS, L. & BÉLANGER, J.-P. (2016). La résolution de problèmes vue par les élèves qui manifestent des réactions d'évitement, d'anxiété ou d'agitation. *Vivre le primaire*, 29 (2), 62-66.
- DEBLOIS, L. (2014). Le rapport aux savoirs pour établir des relations entre troubles de comportements et difficultés d'apprentissage en mathématiques. In M. C. Bernard, A. Savard & C. Beaucher (eds). *Le rapport aux savoirs: Une clé pour analyser les épistémologies enseignantes et les pratiques de la classe*.
http://lel.crires.ulaval.ca/public/le_rapport_aux_savoirs.pdf
- DEBLOIS, L. (2015). Interactions de la classe : Tensions entre compréhension et difficultés à apprendre les mathématiques. Actes de la 37e rencontre annuelle du groupe canadien en didactique des mathématiques. University of Alberta, Edmonton (Alberta).
- GIROUX, J. STE-MARIE, A. (2015). Approche didactique en orthopédagogie des mathématiques dans le cadre d'un partenariat. Conceptions, pratique et formations inclusives. *La nouvelle revue de l'adaptation et la scolarisation*, Coordonnée par Nedelec-Trohel, L. Numa-Bocage, L. Kalubi, J.L. Numéros 70-71, p. 195-207.
- PIAGET, J, (1977). *L'abstraction réfléchissante*. PUF.
- VERGNAUD G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 2-3, 133-170.
- MOREL, S. (2014). *La médicalisation de l'échec scolaire*. Paris : Éditions La Dispute.

TD3 :

Concevoir et mettre en œuvre des évaluations au service des apprentissages numériques des élèves au cycle 2

Nadine Grapin, Université Paris-Est Créteil, Laboratoire de Didactique André Revuz
(Universités Paris Diderot, Paris-Est Créteil, Artois, Cergy Pontoise et Rouen)

Eric Mounier, Université Paris-Est Créteil, Laboratoire de Didactique André Revuz
(Universités Paris Diderot, Paris-Est Créteil, Artois, Cergy Pontoise et Rouen)

Nathalie Sayac, Université Paris-Est Créteil, Laboratoire de Didactique André Revuz
(Universités Paris Diderot, Paris-Est Créteil, Artois, Cergy Pontoise et Rouen)

Dans le cadre d'une recherche comprenant des professeurs des écoles (PE) et des chercheurs (menée au sein du LéA « EvalNumC2 »), nous considérons les pratiques évaluatives des PE en relation avec les connaissances des élèves et l'enseignement dispensé sur le nombre. À partir d'une organisation mathématique de référence sur le domaine (Grapin 2015), nous étudions la validité du contenu des évaluations en lien avec les réponses des élèves et les attendus du concepteur. En cherchant à appréhender la « logique évaluative » des PE, il est alors possible de caractériser leur pratique évaluative et la façon dont elle peut favoriser ou non les apprentissages (Sayac, en cours).

Étudier la validité du contenu d'une évaluation dans une approche didactique (Grugeon & Grapin 2015, Sayac & Grapin 2015) nous permet ainsi de :

- caractériser les connaissances des élèves sur le nombre et les mettre en lien avec l'enseignement dispensé en tenant compte de la spécificité de la ressource utilisée en classe (Mounier 2010, Mounier & Pfaff 2015) ;
- analyser les pratiques évaluatives des PE selon le contenu de leurs évaluations (Sayac 2016).

Appréhender la « logique évaluative » des professeurs des écoles, nous permet de :

- comprendre les choix qu'ils font pour évaluer les apprentissages de leurs élèves (ressources, moment, usages) ;
- analyser le jugement professionnel et didactique en évaluation qu'ils développent lors des différents « épisodes évaluatifs » (Sayac, en cours).

En lien avec le troisième cours de l'école d'été, nous montrons au cours des ateliers la façon dont les recherches en didactique et en évaluation s'enrichissent mutuellement.

Atelier 1 : exemples d'étude de la validité du contenu d'évaluations internes et externes

Les participants exploiteront des tests élaborés par des professeurs de CP pour leur classe et par les chercheurs au sein du LéA (Mounier 2017). Il s'agira d'interroger la validité des tâches : permettent-elles d'évaluer effectivement ce qu'elles sont sensées évaluer ?

Atelier 2 : des connaissances des élèves aux pratiques des enseignants

Cet atelier est dans le prolongement du précédent : les participants analyseront les résultats des tests étudiés. Une partie des élèves ont suivi un même itinéraire d'enseignement (Mounier 2010). La question posée ici est d'ordre méthodologique. Est-ce que les tests proposés permettent de retrouver la trace de l'itinéraire d'enseignement commun mais aussi de différencier les classes selon leur enseignement spécifique ?

Atelier 3 : du côté des pratiques évaluatives

Les pratiques évaluatives de professeurs des écoles seront étudiées à partir de l'étude d'évaluations proposées à leurs élèves et de copies d'élèves annotées. Les résultats d'un questionnaire sur les pratiques évaluatives seront également analysés et permettront de dégager des caractéristiques observées à l'échelle d'une circonscription.

RÉFÉRENCES

GRAPIN, N. (2015). *Étude de la validité de dispositifs d'évaluation et conception d'un modèle d'analyse multidimensionnelle des connaissances des élèves de fin d'école*. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot. Paris.

GRUGEON-ALLYS, B. & GRAPIN, N. (2015). Validité d'une évaluation externe : complémentarité entre une approche didactique et psychométrique *In A.C. Mathé, E. Mounier (Eds) Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*.

MOUNIER, E. (2010). *Une analyse de l'enseignement de la numération au CP. Vers de nouvelles pistes*. Thèse de doctorat. Université Paris-Diderot. Paris.

MOUNIER, E. & PFAFF, N. (2015). Quoi de neuf dans la numération au CP ? Le dénombrement en question *Actes du XXXI Colloque Copirelem – Mont de Marsan 2014*. Sur CD-rom. 15 pages.

MOUNIER, N. (2017). Nouveaux outils d'analyse des procédures de dénombrement pour explorer leur lien avec la numération écrite chiffrée et la numération parlée. *Recherches en didactique des mathématiques*. 36(3).

SAYAC, N. & GRAPIN, N. (2015). Evaluation externe et didactique des mathématiques : un regard croisé nécessaire et constructif. *Recherches en didactique des mathématiques*, 35 (1), 101-126.

SAYAC, N. (2016). Nature et diversité des tâches mathématiques proposées en évaluation sommative par des professeurs des écoles, en France *In Actes du XXVIIIème Colloque de l'ADMEE-Europe-Lisbonne-13-15 janvier 2016*.

TD4 :
Conceptualiser et évaluer les connaissances pour enseigner les mathématiques

Valentina Celi (ESPE d'Aquitaine, Lab-E3D, Université de Bordeaux)

Isabelle Demonty (Université de Liège et du Luxembourg)

Annick Fagnant (Université de Liège)

Pascale Masselot (LDAR, Université de Cergy-Pontoise)

Frédéric Tempier (LDAR, Université de Cergy-Pontoise)

Joëlle Vlassis (Université de Luxembourg)

Sans prétendre à l'exhaustivité, ce TD a pour but d'approcher la question de la conceptualisation et de l'évaluation des connaissances pour enseigner les mathématiques, en envisageant une série de travaux réalisés auprès d'enseignants ou de futurs enseignants de l'école primaire ou du collège et de formateurs d'enseignants. L'idée de base de ce TD est donc d'envisager un spectre large de recherches menées dans le domaine de l'identification de ce qui relève des connaissances pour enseigner les mathématiques, en vue de créer un espace de discussion sur la conceptualisation de ces connaissances, mais aussi sur les diverses modalités envisagées pour leur évaluation.

Une séance sera consacrée à l'analyse de l'une des tâches du formateur en mathématiques qui intervient dans le cadre de la seconde année de master MEEF (Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation 1er degré) en France, tâche qui consiste à évaluer l'unité d'enseignement relative aux mathématiques. Nous proposons une étude de cas de trois formateurs de différents statuts et issus de différentes académies, dans le but de dégager les types de connaissances évaluées et les manières de les évaluer. Des entretiens avec les mêmes formateurs nous ont permis d'approfondir les analyses, afin de mieux comprendre leurs choix, les contraintes auxquelles ils sont soumis et de dégager des tensions éventuelles entre les deux (Celi, Masselot, Tempier, 2016). Ces choix amènent diverses modalités susceptibles d'évaluer des connaissances de natures variées et plus ou moins proches des tâches effectives d'un enseignant. Le but de l'atelier est de questionner différents outils théoriques permettant d'analyser ces connaissances et la manière dont elles sont mobilisées dans les tâches proposées.

Les deux autres séances seront dédiées aux connaissances pour enseigner des enseignants en fonction. L'une sera consacrée à la conceptualisation de ces connaissances pédagogiques de contenu introduites par Shulman (1987) à travers des observations de leçons issues de différents domaines (mathématiques, sciences, français, ...). Ces connaissances sont indispensables pour rendre accessibles un contenu particulier à la portée de leurs élèves, en prenant en compte leurs conceptions correctes ou erronées (De Paepe, Veschaeffel, & Kelchtermans, 2013). En mathématiques, ces travaux ont été notamment approfondis par une équipe de l'Université de Michigan (Hill, Ball, & Schillings, 2008), à travers les « Mathematical knowledge for teaching ». Nous détaillerons la conceptualisation proposée par cette équipe, mais aussi les outils élaborés pour mesurer ces connaissances : tests « papier-crayon » et grilles d'observations de l'utilisation de ces connaissances dans les

pratiques de classe. L'autre séance sera consacrée à la présentation et à l'exploitation des résultats d'une recherche destinée à approfondir ces travaux dans le domaine spécifique de l'algèbre élémentaire. Outre la présentation de l'outil créé dans le cadre de cette recherche pour évaluer les connaissances des enseignants (Demonty & Vlassis, 2017), nous aborderons l'utilisation des résultats qui en découlent dans le cadre d'un programme de formation continuée destinées aux enseignants de mathématiques du collège. Ce programme, élaboré en référence aux travaux de Koellner, Jacobs, Borko, Roberts & Schneider (2011) amènera à aborder la thématique du comment développer, auprès des enseignants titulaires d'une classe, les connaissances pour enseigner l'algèbre élémentaire.

RÉFÉRENCES

BUENO-RAVEL, L., MANGIANTE, C., MASSELOT, P., PETITFOUR, E., TEMPIER, F. & WINDER, C. (2017). Usage d'un cadre d'analyse pour s'approprier, concevoir et enrichir des situations de formation, In Actes du 43e colloque de la COPIRELEM Le Puy en Velay.

BUTLEN, D. & ROBERT, A. (2013). Interroger la profession en didactique des mathématiques, un filtre pour apprécier les activités possibles des élèves et des enseignants – et interroger la didactique. In A. Bronner et al. Questions vives en didactique des mathématiques : problèmes de la profession d'enseignant, rôle du langage (pp. 5-84). Grenoble : La pensée sauvage.

CELI, V., MASSELOT, P. & TEMPIER, F. (2016). L'évaluation des professeurs des écoles débutants dans le master MEEF. État des lieux et pratiques de formateurs en mathématiques, In Colloque International « Évaluation en mathématiques : dispositifs, validités & pratiques », UPEC, ESPE de l'Académie de Créteil.

DEMONTY, I., & VLASSIS, J. (2017). Evaluer les connaissances pour enseigner l'algèbre élémentaire : élaboration d'un outil diagnostique. Evaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation (e-Jiref), 2(2), 63-88.

DEPAEPE, F., VERSCHAFFEL, L. & KELCHTERMANS, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. Teaching and Teacher Education, 34, 12-25.

HILL, H., BALL, D., & SCHILLING, S. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. Journal for research in mathematics education, 372-400.

HOUEMENT, C. (2013). Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques. Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Diderot.

KOELLNER, K., JACOBS, J., & BORKO, H. (2011). Mathematics Professional Development: Critical Features for Developing Leadership Skills and Building Teachers' Capacity. Mathematics teacher education and development, 13(1), 115-136.

SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré - Les savoirs de la formation. Recherche et Formation, 71, 115-130.

SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard educational review, 57(1), 1-23.

TD5 :

Régulation des apprentissages et évaluation formative : quels regards didactiques ?

Mariam Haspékian (Université Paris Descartes, Laboratoire EDA)

Julie Horoks (Université Paris Diderot, Laboratoire LDAR)

Michella Kiwan (Université Saint-Joseph, Beyrouth)

Julia Pilet (Université Paris Diderot, Laboratoire LDAR)

Éric Roditi (Université Paris Descartes, Laboratoire EDA)

L'objectif de cet atelier est de proposer et mettre à l'épreuve des outils théoriques et méthodologiques développés dans le cadre d'un projet de recherche portant sur les pratiques évaluatives et dans lequel notre groupe a travaillé plus particulièrement sur celles d'enseignants de collège en algèbre.

Ces outils sont fondés sur une revue de littérature concernant l'évaluation. Dans cet atelier, il s'agira pour les participants de s'approprier ces outils de manière critique et de les mettre en œuvre pour analyser les régulations et moments d'évaluations formatives dans les extraits de séance proposés, en se centrant plus particulièrement sur un moment clé des pratiques enseignantes : les moments de mise en commun des productions des élèves, à l'issue de la résolution d'un exercice en classe.

La première séance de l'atelier sera en partie consacrée au partage de certains éléments que nous retenons des travaux de recherche sur l'évaluation pour fonder nos outils didactiques qui permettent de mener des analyses aux niveaux « macro » (scénario d'enseignement et place qu'y tient l'évaluation), « méso » (permettant de comparer des séances communes mises en œuvre par différents enseignants) et « micro » (ciblant particulièrement les interactions professeur-élèves). Dans leur ensemble, les séances s'attacheront ainsi à examiner ce qu'apportent ces outils pour l'analyse didactique d'un moment clé des pratiques enseignantes : les phases de mise en commun.

À l'issue des analyses menées durant l'atelier, nous discuterons des questions et prolongements auxquels renvoient ces outils pour la recherche en didactique des mathématiques.

RÉFÉRENCES

ALLAL, L. & MOTTIER LOPEZ, L. (2005). L'évaluation formative de l'apprentissage : revue de publications en langue française. In OCDE, L'évaluation formative – Pour un meilleur apprentissage dans les classes secondaires (pp.265-290). Paris : OCDE/CERI Publication.

BLACK, P. & WILIAM, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 1, 7-74.

CRAHAY, M. (2007). Feedback de l'enseignant et apprentissage des élèves : revue critique de la littérature de recherche. In L. Allal, & L. Mottier Lopez (Eds), *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation* (pp. 45-70). Bruxelles : De Boeck.

VANDEBROUCK, F. (2008). *La classe de mathématiques, activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse : OCTARES.

HOROKS J. & PILET J. (2015). Etudier et faire évoluer les pratiques d'évaluation des enseignants de mathématiques en algèbre au collège dans le cadre d'un Léa. Dans L. Theis, Actes EMF2015, Pluralités culturelles et universalité des mathématiques:enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage, Alger, GT9, 791-804.

HASPÉKIAN, M. & RODITI, E. (2017). Analyzing verbal interactions in mathematics classroom: connecting two different research fields via a methodological tool. *10th Congress of European Research on Mathematics Education (CERME 10)*, Feb 2017, Dublin, Ireland.

TD6 :
Analyse des interactions didactiques dans une perspective d'évaluation formative

Maud Chanudet

(Université de Genève, Equipe DiMaGe)

Sylvie Coppé

(Université de Genève, Equipe DiMaGe)

Michèle Gandit

(Université Grenoble Alpes, Equipe Combinatoire et didactique)

Marianne Moulin

(Université D'Artois, Laboratoire de Mathématiques de Lens EA 2462)

Dans ce TD nous travaillerons autour de la fonction formative de l'évaluation en utilisant des outils issus des recherches sur l'évaluation et de la didactique des mathématiques. Ce sera pour nous l'occasion de discuter en quoi des questions liées à l'évaluation (ici formative) peuvent prendre une place dans les analyses didactiques et comment elles peuvent renouveler certains questionnements didactiques. Dans les trois séances, il s'agira d'étudier le caractère formatif des interactions entre un-e enseignant-e et des élèves lors de la résolution d'un problème de mathématiques dans des classes ordinaires. Nous avons choisi trois phases d'enseignement : une phase de mise en commun à la suite de la résolution, une phase de recherche pendant la résolution, une phase d'évaluation entre pairs avec un débat à la suite de la résolution.

Black et Wiliam (2009) définissent l'évaluation en classe comme formative « dès lors qu'une preuve des apprentissages des élèves est mise en évidence, interprétée et utilisée par les enseignants, les apprenants ou leurs pairs pour prendre des décisions concernant les futures étapes de l'enseignement et que ces décisions sont meilleures ou mieux fondées que celles qui seraient prises sans ces preuves » (p. 9, notre traduction). Cinq stratégies clés permettant de conceptualiser l'évaluation formative et de concevoir sa mise en œuvre dans les classes (Black & Wiliam, 2009 ; Wiliam & Thompson, 2008) ont émergé des recherches anglophones sur le sujet. Elles sont distinguées notamment en fonction de la place que prennent les différents acteurs (élèves, enseignant-e, pairs) dans ce processus et visent à s'interroger sur trois points : Où les élèves en sont-ils dans leurs apprentissages ? Où les élèves vont-ils ? Comment, et par quelles étapes, peuvent-ils atteindre les buts visés ? Dans les phases d'enseignement que nous étudions, l'évaluation se situe au cœur des interactions soit par un dispositif en lui-même, soit de façon informelle. Ce dernier type d'évaluation est étudié par Ruiz Primo et Furtak (2007) dans les moments d'enseignement qu'elles nomment les « assessment conversations » et qui peuvent être l'occasion de saisir des informations sur les conceptions, les difficultés et les compétences des élèves. Nous adaptons l'outil qu'elles proposent pour analyser les interactions dans une perspective didactique, d'une part, pour caractériser l'activité de l'enseignant lors des discussions évaluatives (TD 1), d'autre part pour questionner leurs effets sur le travail et les apprentissages des élèves lors des mises en commun (TD 2).

Dans une perspective élargie, les recherches francophones considèrent l'évaluation formative comme intégrée à chaque activité d'enseignement /apprentissage et se centrent quant à elles sur la notion de régulation qui met l'accent sur les feedback et sur les adaptations qui s'ensuivent (Allal, 2007). En didactique des mathématiques, Brousseau (1995) introduit également l'idée de régulation et de différents contrats didactiques. Nous reprendrons ces notions ainsi que celle de milieu qui a également évolué ces dernières années (Amade-Escot & Venturini, 2009 ; Perrin Gloriant & Hersant, 2003) pour analyser un dispositif d'évaluation entre pairs (TD 3).

RÉFÉRENCES

ALLAL, L. (2007). Régulations des apprentissages : Orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation. In L. Allal & L. Mottier Lopez (Éd.), *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation* (p. 7-23). Bruxelles: De Boeck.

AMADE-ESCOT, C., & VENTURINI, P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Education et didactique*, 3(1), 7-43.

BLACK, P., & WILLIAM, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(5), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>

BROUSSEAU, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques : 1. Structure et fonctionnement du système didactique. In R. Noirfalise & M.-J. Perrin Gloriant (Éd.) (p. 3-46). Présenté à VIII^e Ecole d'été de didactique des mathématiques, St-Sauves d'Auvergne, Clermont-Ferrand: IREM de Clermont-Ferrand.

CHANUDET, M., & DORIER, J.-L. (2015). Évaluation formative dans le cadre d'activités de démarche d'investigation à l'appui de narrations de recherche : Le cas de l'heure de développements en mathématiques au cycle d'orientation de Genève. In P. Detroz & O. Borsu (Éd.), *L'évaluation à la lumière des contextes et des disciplines* (p. 469-472). Liège.

COPPÉ, S., & MOULIN, M. (à paraître). Évaluation entre pairs et débat argumenté dans le cadre d'un problème complexe en mathématiques. *Canadian journal of sciences, mathematics and technology education*.

GANDIT, M. (2015). L'évaluation au cours de séances d'investigation en mathématiques. *Recherches en éducation*, 25, 67-80.

LEPAREUR, C., GRANGEAT, M., & GANDIT, M. (à paraître). Evaluation formative et démarche d'investigation en mathématiques : une étude de cas. *Education & Didactique*.

PERRIN GLORIENT, M.-J., & HERSANT, M. (2003). Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(2), 217-276.

RUIZ-PRIMO, M. A., & FURTA, E. M. (2007). Exploring Teachers' Informal Formative Assessment Practices and Students' Understanding in the Context of Scientific Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57-84.

WILLIAM, D., & THOMPSON, M. (2008). Integrating assessment with instruction: What will it take to make it work? In C. A. Dwyer (Éd.), *The future of assessment: Shaping teaching and learning* (Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, p. 53-82). NJ.

Les séminaires

Session 1 : Lundi 21 août de 18h à 18h40

Les mathématiques discrètes dans l'enseignement supérieur : une approche épistémologique et didactique.

Elise Abdallah (URCA-Université de Reims))

Notre thèse porte sur les mathématiques discrètes, une branche des mathématiques dont il n'existe pas de définition conventionnelle partagée par les mathématiciens (Maurer 1997), et leur enseignement dans le supérieur. Les travaux en didactique interrogent ce champ des mathématiques à différents niveaux : son intégration dans l'enseignement (e.g. DeBellis & Rosenstein 2004 ; Heinze, Anderson & Reiss 2004), la dimension affective spécifique de ce champ des mathématiques (e.g. Goldin 2004), mais aussi ses spécificités épistémologiques quant aux domaines de la preuve et de la modélisation (Grenier & Payan 1998). Nous cherchons à définir épistémologiquement le champ des mathématiques discrètes et à caractériser l'activité mathématique spécifique à ce champ en étudiant les processus de construction de connaissances, les types de problèmes, la spécificité des concepts, et les démarches de preuve, mais aussi en tant que champ mathématique en lien avec d'autres disciplines. Cette étude épistémologique a clairement un but didactique pour définir et analyser l'enseignement des mathématiques discrètes dans le supérieur.

La méthodologie proposée pour traiter notre question épistémologique est basée sur une épistémologie contemporaine qui prend appui sur des entretiens avec des chercheurs en mathématiques, et en informatique, en particulier. Le travail sur ces entretiens est en cours et les premiers résultats seront présentés dans ce séminaire.

RÉFÉRENCES

DEBELLIS, V. A., & ROSENSTEIN, J. G. (2004). Discrete Mathematics in Primary and Secondary Schools in the United States. *ZDM*, 36 (2), 46-55.

GOLDIN, G. A. (2004). Problem Solving Heuristics, Affect, and Discrete Mathematics. *ZDM*, 36 (2), 56-60.

GRENIER, D., & PAYAN, C. (1998). Spécificités de la Preuve et de la Modélisation en Mathématiques Discrètes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 59-100.

HEINZE, A., ANDERSON, I., REISS, K. (Eds) (2004). Discrete mathematics and Proof in the High School. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 36(2), 44–84 and 36(3), 82–116.

MAURER, S. B. (1997). What is Discrete Mathematics? The many answers. *Discrete Mathematics in the Schools* (pp. 121-132). American Mathematical Society.

Une séquence articulant lois à densité et calcul intégral en TS : présentation d'une méthodologie de type ingénierie didactique collaborative.

Charlotte Derouet

(ESPE de l'Académie de Paris - Université Paris Sorbonne, Laboratoire de Didactique André Revuz - Université Paris Diderot)

Ce séminaire a pour objectif de présenter une méthodologie de recherche que nous avons appelée ingénierie didactique collaborative, en l'illustrant dans le cas particulier de notre travail de thèse. L'« ingénierie didactique collaborative » prend appui sur la méthodologie de type ingénierie didactique (Artigue, 1988) et est complétée par une dimension collaborative entre chercheur et enseignant, au sens des recherches collaboratives (Desgagné, 1997, Bednarz, Poirier & Desgagné, 2001). Nous précisons les spécificités de la méthode et son intérêt particulier, notamment par rapport à l'ingénierie didactique. Nous détaillerons les différentes phases, en nous appuyant sur l'exemple de la séquence d'enseignement articulant les lois à densité et le calcul intégral que nous avons conçue et expérimentée dans une classe de terminale scientifique. Pour assurer une viabilité de la séquence dans les classes, il a effectivement été nécessaire de co-construire la séquence avec une enseignante en prenant en compte ses pratiques habituelles. Un autre point qui diffère de la méthodologie d'ingénierie didactique se trouve au niveau des finalités de la recherche : les finalités ne sont pas seulement des retombées pour la communauté de recherche mais aussi pour la communauté des enseignants, avec une part assumée de la diffusion.

RÉFÉRENCES

ARTIGUE, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9 (3), 281–308.

BEDNARZ, N., POIRIER, L. & DESGAGNÉ, S. (2001). Conception de séquences d'enseignement en mathématiques : une nécessaire prise en compte des praticiens. In *Le génie didactique. Usages et mésusages des théories de l'enseignement* (pp. 43–69). Bruxelles : De Boeck Université.

DEROUE, C. (2016). *La fonction de densité au carrefour entre probabilités et analyse en terminale S. Etude de la conception et de la mise en œuvre de tâches d'introduction articulant lois à densité et calcul intégral* (Thèse de doctorat). Université Paris Diderot.

DESGAGNÉ, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 23 (2), 371–393.

Documentation expertise and its development in collectives: a Chinese case study in Teaching Research Group (TRG)

Chongyang Wang (ENS de Lyon)

Le développement de la technologie et de l'Internet a le potentiel d'enrichir les ressources des enseignants. Il questionne en même temps la capacité des utilisateurs à tirer profit de ces ressources et leurs connaissances pour réaliser ce travail, ce qui définit *l'expertise documentaire* (ED) (Wang, 2016), une notion clé dans notre thèse de doctorat. Selon notre étude pilote s'intéressant à trois professeurs de mathématiques dans un lycée chinois (Pepin, Xu, Trouche & Wang, 2016), l'activité des GRE joue un rôle moteur pour le développement professionnel des enseignants. A la suite de la présentation précédente de l'école de l'été dernier (Wang, 2015), dans laquelle les GRE ont été introduits du point de vue institutionnel, on va présenter ici ce qu'est l'ED des enseignants chinois et comment elle est développée dans un GRE, en suivant plus particulièrement deux professeurs de mathématiques d'un collège de Shanghai. Basée sur l'approche documentaire du didactique (Gueudet, Pepin & Trouche, 2012), la méthodologie d'investigation réflexive (ibid.) structure la collecte de données.

L'étude de cas comprend deux phases :

- une phase de pré-étude, dans laquelle les observations et les entretiens sont adaptés pour suivre le travail documentaire des enseignants et leurs systèmes de ressources ;
- une phase d'étude approfondie avec une analyse de vidéo de travaux collectifs sur les ressources et des schèmes associés (Vergnaud, 1988).

Cette étude permet de préciser ce qu'est l'ED des enseignants et ce que sont certaines caractéristiques de son développement.

RÉFÉRENCES

GUEUDET, G. PEPIN, B. & TROUCHE, L. (2012). *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*. New York: Springer.

PEPIN, B., XU, TROUCHE, L. & WANG, C. (2016). Chinese expert teachers' resource systems: a window into their work and expertise. *Education studies in Mathematics*. doi: 10.1007/s10649-016-9727-2.

VERGNAUD, G. (1998). Toward a cognitive theory of practice. In A. Sierpiska, & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 227–241). Dordrecht : Kluwer.

WANG, C. (2015). Teaching Research Group in China: an organization dedicated to teacher professional development. In 18ème école d'été de didactique des mathématiques, Brest, France.

WANG, C. (2016). Analyzing teachers' expertise, resources and collective work throughout Chinese and French windows. ICME 13th, Hamburg.

YANG (2010). *Conceptions and characteristics of expert mathematics teachers in China*. Dissertation University of Hong Kong, Chongqing, China : Springer Spektrum.

Étude et enquête mathématiques des très bons élèves. Observation anthropologique et suivi biographique à caractère didactique.

Romain MARIO

(Unité mixte de recherche ADEF-ACADIS/EA4671 - Aix-Marseille Université ENS Lyon)

Dans nos travaux de thèse, nous nous sommes intéressés aux très bons élèves et à leur façon d'étudier les mathématiques, en tenant compte du fait que les professeurs ne désignent pas tout ce qu'il y a à étudier mathématiquement. Partant de l'hypothèse que leur façon d'étudier leur permet de mieux réussir, nous avons suivi pendant deux années scolaires, de très bons élèves de cinq établissements différents. Par une enquête anthropologique et ethnologique de terrain, nous les avons observés après les séances de cours, sur leur lieu d'étude, en train de faire des exercices, des enquêtes, des recherches mathématiques sur les objets d'études des grands chapitres de la classe de terminale scientifique (l'analyse, lois de probabilités continues, les similitudes...); chacun à sa manière, avec des supports didactiques de son choix. Cette forme d'observation particulière, que nous appelons avec Mercier: la méthode des épisodes biographiques, nous a permis de constituer des épisodes didactiques ou épisodes de leur biographie didactiques en mathématique (Mercier 1992,1994; Mario 2012; Mario & Mercier 2015); c'est-à-dire des moments où l'on peut attester qu'une question nouvelle se pose à eux, qu'ils apprennent quelque chose de nouveau en cherchant la réponse à la question donnée, et qu'ils identifient ce qu'ils ont appris en l'interrogeant depuis ce qu'ils savaient déjà. Nous montrons ainsi comment les très bons élèves fabriquent un répertoire de savoirs efficaces : leur répertoire épistémologique et heuristique. Pour construire ce répertoire, ils ont besoin d'aller enquêter loin de la classe, dans l'espace ou dans le temps, dans divers ouvrages, sur internet, parfois avec l'aide d'un copain ou d'un proche. C'est cette manière d'enquêter que nous appelons la transhumance didactique.

Ce séminaire porte sur l'étude et l'enquête autonome et personnelle mathématiques (un système auxiliaire d'évaluation et d'apprentissage) des élèves en réussites mathématiques, dans une approche anthropologique et un suivi biographique à caractère didactique. Nous présentons l'origine de notre questionnement, le matériel et la méthodologie de recherche utilisée, les cadres théoriques pour l'analyse, la construction et l'analyse didactique qui prend en compte le contenu mathématique des travaux qui se réalisent, et quelques-uns de nos résultats.

RÉFÉRENCES

- CHEVALLARD, Y. (1994). Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique. Communication présentée lors des Actes du séminaire de l'Associazione Mathesis 190-200. Turin, Italie
- MARIO, R. (2012). Conversion et influence des assujettissements au milieu scolaire dans l'étude autonome des mathématiques : comment les très bons élèves de lycée étudient les mathématiques après la classe. Observation anthropologique et suivi biographique de quelques cas exemplaires. Thèse de Doctorat. Aix-Marseille Université.
- MARIO, R., & MERCIER, A., (2015). Méthode d'observation de la biographie didactique de très bons élèves en étude autonome, hors classe : pertinence, modalité, analyse et interprétation des épisodes. *Éducation & didactique*, 9(3), 41-74
- MERCIER, A. (1992). L'élève et les contraintes temporelles de l'enseignement, un cas en calcul algébrique. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux I.
- MERCIER, A. (1994). Des études didactiques pourraient-elles aider à l'enseignement des savoirs professionnels? (le cas des mathématiques dans les pratiques professionnelles). *Didaskalia*, 4(5), 20.

La théorie anthropologique du didactique et l'analyse de manuels scolaires.

Marilena Bittar (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Brasil)

Danielly Kaspary (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Brasil)

Des recherches menées dans différents pays ont déjà mis en évidence que les manuels scolaires constituent un outil important pour l'enseignant. De plus, on peut supposer que ce qui est présent dans les manuels est très proche du savoir institutionnel (Assude, 1996). Dans notre groupe de recherche (DDMat – Groupe de Recherche en Didactique des Mathématiques) nous menons, depuis environ dix ans, des investigations sur les choix mathématiques et didactiques des auteurs de manuels brésiliens destinés à des étudiants de l'école publique de l'enseignement obligatoire. La Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1998) est le principal outil méthodologique (et théorique) utilisé pour les recherches développées au sein du DDMat. Cette théorie nous permet de mieux décrire et comprendre les choix mathématiques et didactiques des auteurs des manuels et, d'une part, interroger les pratiques des enseignants et d'autre part comprendre des aspects de l'apprentissage des élèves.

L'objectif de cette proposition est de discuter le modèle que nous proposons pour l'analyse de manuels, constitué des étapes suivantes, non nécessairement hiérarchiques : constitution d'un corpus de manuels pour l'analyse ; séparation entre partie cours et partie activités ; élaboration/identification des praxéologies mathématiques ; élaboration/identification des praxéologies didactiques ; croisement des données. La présentation de ce modèle sera appuyée par des exemples de recherches.

RÉFÉRENCES

ASSUDE, T. (1996). De l'écologie et de l'économie d'un système didactique : une étude de cas. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16 (1), 47-72.

CHEVALLARD, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: L'approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 19(2), 221-266. Accessed on May 15th, 2013, 1- 29, at http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=27

Généralisation progressive et décontextualisation : processus d'abstraction dans les expérimentations de Brousseau et de Varga sur l'enseignement de la combinatoire et des probabilités.

Katalin Gosztonyi (Université Eötvös Loránd, Budapest, Hongrie)

L'analyse présentée dans cet exposé fait partie d'une recherche plus générale, une comparaison de la réforme d'enseignement des mathématiques dirigée par T. Varga en Hongrie entre 1963 et 1978 avec la réforme française des « mathématiques modernes » et différents projets expérimentaux français des années 1970 (Gosztonyi, 2015). Varga est particulièrement connu pour ses travaux sur l'enseignement de la combinatoire et les probabilités. En France, à l'époque, ces domaines n'apparaissent que dans certains projets expérimentaux, y compris l'expérience menée par Brousseau au début des années 1970 sur l'enseignement des probabilités. Cet exemple est d'autant plus intéressant que ces expériences ont contribué, comme Brousseau le souligne dans un article rétrospectif (Brousseau, Brousseau et Warfield, 2002), au développement de la Théorie des situations didactiques.

Les projets d'enseignement de Brousseau et de Varga montrent plusieurs points communs, mais également certaines différences intéressantes : en termes d'articulation des paradigmes de probabilités, utilisation des outils de représentation, démarches pédagogiques et potentiels d'adidacticité dans les situations mises en place. Une des différences les plus significatives concerne la structure de leurs projets d'enseignement, relativement longs dans les deux cas. Je montrerai que cette dernière différence peut être ramenée à une différence de conception des auteurs sur le processus d'abstraction mathématique, interprété comme « décontextualisation » par Brousseau et comme « généralisation progressive » par Varga.

RÉFÉRENCES

- BROUSSEAU, G. (1998). La théorie des situations didactiques, Grenoble : La Pensée Sauvage.
- BROUSSEAU, G., BROUSSEAU, N., & WARFIELD, V. (2002). An experiment on the teaching of statistics and probability. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 363–411.
- GOSZTONYI, K. (2015), Traditions et réformes de l'enseignement des mathématiques à l'époque des "mathématiques modernes": le cas de la Hongrie et de la France. Thèse de doctorat, Université de Szeged et Université Paris Diderot.
- PARZYSZ, B. (2011). Quelques questions didactiques de la statistique et des probabilités. *Annales de didactique et des sciences cognitives*, 16, 127-147.
- VARGA, T. (1982). New topics for the elementary school math curriculum. In Th. C. O'Brien (Ed.), *Toward the 21st century in mathematics education* (pp. 12–34). Edvardsville, IL: Teachers' Center Project, Southern Illinois University at Edvardsville.

Session 2 : Mardi 22 août de 18h à 18h40

Exploitation des résultats d'une évaluation nationale en vue de monter des dispositifs de remédiation et de formation des enseignants.

Rahim Kouki

(Université de Tunis El Manar, Institut Préparatoire aux Études d'Ingénieurs El Manar)

De nos jours, les évaluations nationales et internationales sont désormais omniprésentes sur la scène éducative. Elles fournissent des ressources et des informations inestimables en procédant régulièrement au diagnostic des acquis des élèves et des performances des systèmes d'enseignement. Leur intérêt réside aussi dans leur effet d'entraînement qui incite les systèmes éducatifs à recourir périodiquement à des évaluations internes s'inspirant des contenus, de la méthodologie, des normes et des standards reconnus par des spécialistes de l'évaluation.

Nous proposons, dans ce séminaire de rapporter les résultats d'une étude visant la préparation des élèves du fin du primaire à l'entrée du collège en s'appuyant sur les résultats d'une évaluation interne inspirée de l'enquête TIMSS 2011. Notre but est de montrer comment on peut sonder des indicateurs fiables et un diagnostic pertinent nous permettant de caractériser le profil des élèves du début du deuxième cycle de l'enseignement de base (12-13 ans), relativement à des processus et des contenus mathématiques précis ; ce qui aura l'avantage de nous permettre par la suite de concevoir des dispositifs de remédiation adéquats.

Après une présentation succincte des objectifs, des critères d'évaluation, de quelques items et des échelons de mesure de l'évaluation en question, nous procéderons à l'analyse des résultats des élèves, en nous focalisant sur leurs principales difficultés.

Notre diagnostic s'appuie essentiellement sur les niveaux taxonomiques de Bloom ainsi que sur les fonctions du savoir mobilisé lors des différentes phases d'une situation selon la théorie des situations didactiques, notamment les fonctions d'action, de formulation, de validation, et de contrôle (Brousseau, 1998).

En guise de validation des résultats obtenus, une organisation de focus groups a permis de les croiser avec d'autres informations recueillies auprès de leurs enseignants.

Enfin, nous exposerons les pistes de remédiation retenues ainsi que les contenus des modules de formation proposés aux enseignants et du guide méthodologique facilitant leur usage. Ce séminaire nous offrira aussi l'occasion d'un débat autour des questions vives se rapportant à la pertinence et à l'exploitation didactique des résultats des évaluations en vue d'instaurer des dispositifs de remédiation et de formation des enseignants adaptés à la réalité de nos classes de mathématiques.

RÉFÉRENCES

BROUSSEAU, G. (1998). THÉORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES. GRENOBLE : LA PENSÉE SAUVAGE.

CENTRE NATIONALE D'INNOVATION PÉDAGOGIQUE ET DE RECHERCHE EN ÉDUCATION. (2013). ÉVALUATION DES ÉLÈVES À L'ENTRÉE DU COLLÈGE. TUNIS : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION.

IEA (2012), RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE TIMSS 2011, [CONSULTÉ LE 07/11/2016, SUR LE SITE : [HTTP://TIMSSANDPIRLS.BC.EDU/TIMSS2011/INTERNATIONAL-DATABASE.HTML](http://TIMSSANDPIRLS.BC.EDU/TIMSS2011/INTERNATIONAL-DATABASE.HTML)]

KRATHWOHL, D-R. (2002). A REVISION OF BLOOM'S TAXONOMY : AN OVERVIEW. THEORY INTO PRACTICE. 41 (4), 212-218. <http://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>]

Une analyse microgénétique de la genèse instrumentale de l'activité avec la géométrie dynamique

Rosilângela Lucena (UFPE*, Brasil)

Verônica Gitirana (UFPE*, Brasil)

Luc Trouche (IFÉ, ENS de Lyon)

* UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

La communication présentera une partie du travail de thèse (préparée au sein du laboratoire Edumatec de l'université du Pernambouc, dirigée par Veronica Gitirana et Luc Trouche). La recherche exploite le concept d'orchestration instrumentale (TROUCHE, 1995) qui vise à modéliser le travail de l'enseignant dans un environnement riche en technologies, pour soutenir les genèses instrumentales des élèves dans la perspective d'apprentissages mathématiques riches. Elle propose le concept de méta-orchestration instrumentale (LUCENA, GITIRANA & TROUCHE, 2016) pour la formation initiale des professeurs de mathématiques à la conception, théorique et pratique, d'orchestrations instrumentales dans leur propre enseignement. Dans cette étude, nous questionnons un modèle analytique mettant en évidence le processus d'instrumentation (RABARDEL, 1995) dans la résolution d'une tâche mathématique. Le modèle proposé mobilise l'analyse microgénétique-vidéographique (MEIRA, 1994), les invariants opératoires (VERGNAUD, 1996) que développent les sujets, au moment de choisir les outils logiciels de géométrie dynamique au service de la résolution de la tâche mathématique. La méta-orchestration a été testée dans le contexte de la formation des maître dans une institution fédérale au Brésil, pendant quatre heures. Les résultats partiels montrent que le manque de familiarité avec la géométrie dynamique du professeur en formation conduisent à un schème combinant l'utilisation de geogebra comme instrument à dessiner, et comme instrument de construction géométrique dans la résolution d'une seule tâche.

RÉFÉRENCES

LUCENA, R. GITIRANA, V. TROUCHE, L. Teoria da Orquestração Instrumental: um olhar para a formação docente. I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática - LADIMA. Bonito - MS - Brasil. 2016.

MEIRA, L. Análise Microgenética e Videografia: ferramentas de pesquisa em psicologia cognitiva. Temas em Psicologia. ISSN 1413-389X, v.2, n.3, Ribeirão Preto, Dez. 1994.

RABARDEL, P. Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin, 1995.

TROUCHE, L. Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations. Recherches en Didactique des Mathématiques. v..25, pp. 91-138, 2005.

VERGNAUD, G. The theory of conceptual fields. In L.P. Steffe; P.Nesher; P.Cobb, G.A. Goldin; B.Greer (Eds.) Theories of Mathematical Learning, Mahwah, Lawrence Erlbaum Ass. p. 219-239, 1996.

Le travail épistémologique du professeur de mathématiques comme objet d'étude.

Floriane Wozniak (université Montpellier, faculté d'éducation, LIRDEF)

Dans ce séminaire je m'intéresserai à la dimension épistémique de l'activité des professeurs qui les rassemble et fonde leur identité commune de professeurs d'une discipline scolaire donnée. Questionnement réducteur qui s'intéresse à une dimension particulière des pratiques, il élargit cependant le point de vue par l'étude de leur part commune. Une telle posture conduit ainsi à assumer l'émancipation des contextes d'enseignement par leur mise à distance. Il ne s'agit plus alors de chercher à répondre aux questions immédiates des professeurs mais de comprendre d'où viennent ces questions en les interprétant comme expressions de besoins praxéologiques qui les dépassent, véritables problèmes de la profession (Cirade, 2006).

Le travail épistémologique du professeur, fait de praxéologies avec et sur les objets mathématiques s'exerce en amont et en aval de la situation d'enseignement mais aussi pendant qu'elle se déroule. Aussi, diverses notions comme l'épistémologie pratique (Amade-Escot, 2014), l'épistémologie spontanée des professeurs (Brousseau, 2000) ou la vigilance didactique (Charles-Pezard, 2010) seront convoquées.

La dimension collective de ces praxéologies spécifiques sera envisagée à travers la question de « l'enseignabilité » d'un savoir, c'est-à-dire l'étude des conditions sous lesquelles un savoir peut être enseigné. Ceci permettra d'aborder les déterminants pesant sur les systèmes didactiques qui dépassent strictement les conditions qui prévalent dans une salle de classe ou les caractéristiques individuelles des professeurs.

L'enjeu de cette communication sera alors d'envisager comme objet d'étude ce qui unit les professeurs dans leur condition spécifique de professeur de mathématiques.

RÉFÉRENCES

AMADE-ESCOT, C. (2014). De la nécessité d'une observation didactique pour accéder à l'épistémologie pratique des professeurs. *Recherches en Éducation*, n°19, 18-29.

BROUSSEAU, G. (2000). Éducation et didactique des mathématiques. Communication au Congrès d'Aguas Calientes, Mexico, 1999. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00466260/document>

CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(2), 197-261.

CIRADE, G. (2006). *Devenir professeur de mathématiques : entre problèmes de la profession et formation en IUFM. Les mathématiques comme problèmes professionnel*. Thèse université Aix-Marseille I – université de Provence.

Rapport au dessin et activité géométrique au collège.

Sarah Hayem

Laboratoire EDA, Université Paris Descartes

Le rapport au dessin géométrique des élèves doit évoluer entre l'école élémentaire et le collège (Berthelot et Salin 1992, 2001 ; Houdement et Kuzniak, 2006) : l'enseignement de la démonstration doit conduire les élèves à considérer le dessin comme un outil ayant une fonction heuristique plutôt qu'un support sur lequel il faut constater des propriétés. Ce changement pose toujours des difficultés d'enseignement, de nombreux élèves continuent de déduire leurs conclusions d'après ce qu'ils voient sur le dessin.

Des recherches visant à identifier la diversité des dessins géométriques et leur effet différentiel sur l'activité des élèves ont été menées (Coppé, Dorier et Moreau, 2005 ; Gobert, 2007). À la suite de ces travaux, nous tentons de compléter la connaissance du rapport des élèves aux dessins géométriques en approfondissant la diversité de la relation entre dessins et raisonnements. Nous avons ainsi construit une classification des dessins à partir de critères relatifs à la contradiction éventuelle entre le dessin et l'énoncé ou ses conséquences ainsi qu'au degré de confiance inspiré par le dessin.

Cela nous a conduit à concevoir un questionnaire que nous avons testé sur des élèves de collège. Nous présenterons les résultats obtenus et les perspectives que l'on peut envisager concernant le lien – et sa variabilité – entre dessin et raisonnement en géométrie.

RÉFÉRENCES

Berthelot René, Salin Marie-Hélène (1992) L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire, Thèse Université Bordeaux 1.

Berthelot René, Salin Marie-Hélène (2001) L'enseignement de la géométrie au début du collège. Comment peut-on concevoir le passage de la géométrie du constat à la géométrie déductive ? Petit x n°56,5-34.

Coppe Sylvie, Dorier Jean Luc, Moreau Vincent (2005) Différents types de dessins dans les activités d'argumentation en classe de 5^e, Petit x 68,8-37.

Gobert Sophie (2007) Conditions nécessaires à l'usage des dessins en géométrie déductive, Petit x 74, 34-59.

Houdement Catherine, Kuzniak Alain (2006) Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. Annales de didactique et de sciences cognitives, 11, 175-193.

Démarche expérimentale et curriculum des mathématiques dans la transition primaire collège.

Sebastiana Lai (Osservatorio Astronomico – INAF di Cagliari– Italie – tania@oa-cagliari.inaf.it) -
Maria Polo (Dipartimento di Matematica e Informatica – Italie – mpolo@unica.it)

Le séminaire propose les résultats d'un travail expérimental mené pendant les cinq dernières années dans des classes du CE2 à la troisième. Il s'appuie sur des expériences caractérisées par la mise en place d'une *démarche expérimentale* (Lai 2009), dont le nœud épistémologique est une géométrie expérimentale (Bertelot-Salin 1992) qui permet une modélisation du réel phénoménique. On veut montrer en particulier, l'utilisation de certains savoirs d'Astronomie classique en tant que ressources didactiques dans l'articulation chronogénese-topogénese du curriculum des Mathématiques. En effet, la transposition didactique de certains savoirs scientifiques est viable, dans un curriculum de mathématique, si l'on retient le rôle crucial de différents *modèles* géométriques de l'espace (taille, topologique, projectif, etc....) et aussi leur construction fondée sur l'*observation*. De plus, une telle activité de modélisation nécessite d'une rupture des pratiques habituelles tant de l'enseignant que de l'élève (Lai & Polo 2012). Enseignant et élèves sont engagés dans un jeu de médiation sémiotique (Arzarello 2006) pour parvenir à mobiliser les connaissances géométriques dans la modélisation de phénomènes naturels. En conclusion nous allons discuter d'analogies ou de différences entre la démarche d'investigation et la démarche expérimentale (Perrin-Glorian & Salin 2010, Lai & Polo 2012), plus généralement sur la conception de l'expérimental en mathématique

RÉFÉRENCES

- Arzarello, F. (2006). Semiosis as a multimodal process, *Relime*, vol.9, extraordinario1, 267-299.
- Berthelot, R. & Salin, M.H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de l'Université de Bordeaux 1.
- Brousseau, G. (2000). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire. *Actes du Séminaire de Didactique des Mathématiques, Rethymon 2000*. Université de Crète.
- Lai S. (2009), *La construction d'un curriculum d'Astronomie et Astrophysique, étude de son écologie mathématique dans le système scolaire italien* », Thèse, Université Aix-Marseille I-Université de Provence (France).
- Lai S. & Polo M. (2012), Construction d'une culture scientifique pour tous: engagement de l'enseignant et de l'élève dans la rupture de pratiques habituelles, In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012 (GT9)*, pp. 1213–1226.
- Perrin-Glorian, M.J. & Salin, M.H. (2010). Didactique de la géométrie. Peut-on commencer à faire le point ? In L. Coulange & C. Hache (Eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Paris : IREM, Université Paris-Diderot

Session 3 : Jeudi 24 août de 16h00 à 16h40

Apprentissage de la perpendicularité en CE2 et CM1 : gabarits de carré déchirés et langage.

Benjamin Faurie (ESPE d'Aquitaine, Université de Bordeaux)

À l'école élémentaire, l'enseignement de la perpendicularité est fréquemment réalisé en proposant des activités de tracés à l'équerre, instrument souvent associé à l'angle droit. Cette démarche est source d'interrogations dans la mesure où le passage de la propriété d'un objet à deux dimensions à une relation entre deux objets à une dimension peut être à l'origine de difficultés chez les élèves. Mise en évidence par Duval et Godin (2005) et Perrin Glorian et *alii* (2013), une de ces difficultés réside dans le fait que l'équerre a le double usage de gabarit d'angle et de traceur de lignes.

Mon travail, nourri de ces considérations, porte sur la résolution d'un problème de restauration d'un carré au moyen d'un gabarit dont la partie qui contient le sommet de l'angle droit est déchirée. Mes réflexions s'appuient, d'une part, sur l'importance du choix des instruments afin de favoriser un changement de regard nécessaire des figures vers les lignes (Duval & Godin, 2005 ; Perrin Glorian et *alii*, 2013) et, d'autre part, sur la condition du langage pour construire et énoncer des savoirs (Duval, 2005 ; Jaubert & *alii*, 2012).

Je montrerai ce qui a caractérisé la conception du problème et notamment :

- la forme du gabarit et des informations qu'il conserve comme variables didactiques pour favoriser *a priori* la déconstruction dimensionnelle (Duval, 2005) ;
- le travail pour construire, chez des élèves non acculturés à l'utilisation de gabarits, une habitude de leur usage pour établir une connaissance transparente d'action sur le milieu ;
- son analyse logique des concepts (Barrier et *alii*, 2014a) et son intérêt pour décrire et repérer les objets géométriques en jeu lors des échanges langagiers dans la classe.

RÉFÉRENCES

BARRIER T., CHESNAIS A., HACHE C. (2014a) Décrire les activités des élèves en géométrie et leur articulation avec celle de l'enseignant. *Spirale – Revue de recherches en éducation, numéro thématique 54*.

DUVAL R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique des mathématiques et de sciences cognitives, 10*, 5-55.

DUVAL R., GODIN M. (2005) Les changements de regard nécessaires sur les figures. *Grand N*, n°76, 7-27.

JAUBERT M., REBIERE M., BERNIE J.P. (2012). Communauté discursives disciplinaires scolaires et constructions de savoirs : l'hypothèse énonciative. in : *forumlecture. ch, Plate-forme internet sur la littérature*. http://www.leseforum.ch/myUploadData/files/2012_3_Jaubert_Rebiere_Bernier.pdf

PERRIN-GLORIAN M.J., MATHÉ A.C., LECLERC R. (2013) Comment penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments.

Repères-IREM, 90, 7-41

Les ressources de Sésamath au cœur de l'évaluation formative : cas du QCM sur la géométrie dans l'espace pour la classe de 6e dans un collège arabophone en Algérie.

Karima Sayah

Doctorante en éducation Laboratoire S2HEP. Encadreur : Pr Luc Trouche

Dans le cadre d'intégration des ressources de Sésamath dans le système éducatif Algérien, une première intégration a eu lieu dans l'atelier mathématique d'un collège, reconnu comme classe non institutionnelle où ces ressources sont utilisées dans leur langue d'origine. L'expérimentation a été étendue vers les classes institutionnelles mais en optant pour leur adaptation et traduction. Le programme de mathématiques relatif à la classe de 6ème dans le système éducatif Algérien a connu deux réformes, la première a eu lieu en 2004 et la seconde en 2017. Le programme de mathématiques de cette dernière réforme appelé programme de la deuxième génération avec ses deux thématiques, calcul algébrique et géométrie est axé sur la résolution de problèmes, l'usage des TICe notamment en géométrie.

Dans le cadre de notre expérimentation, un QCM des manuels Sésamath de la classe de 6ème se rapportant aux cours sur l'espace a été traduit et adapté pour une évaluation formative pour les classes analogues (6ème). Ce travail a été réalisé lors d'une séance de travail collective entre deux enseignants, le premier ayant une longue expérience, d'une formation francophone et bilingue, et le deuxième étant une enseignante stagiaire informaticienne qui s'est convertie en enseignante de mathématiques.

Traduire les mathématiques dans une langue autre que la langue de formation, apparaît comme un problème pour les enseignants majoritairement arabophone. Une première complication dans les processus de traduction vient du fait que les structures formelles grammaticales et sémantiques ne coïncident pas, et ne sont pas automatiquement superposables (Airoldi & Pontani, 2012). Selon (Duval 1995), traduire un énoncé exprimé dans le registre de représentation sémiotique de la langue française vers le registre de représentation de la langue arabe revient à valider trois critères : correspondance sémantique entre les unités signifiantes, univocité sémantique terminale et le respect du même ordre d'appréhension des unités signifiantes dans les deux représentations sémiotiques.

Dans notre expérimentation, et dans un premier temps, nous nous situons du côté enseignant et nous présentons en quoi ce travail collectif (Gueudet & Trouche, 2009), autour du QCM se rapportant à l'espace, contribue au développement professionnel de l'enseignant à l'évolution de ces connaissances pédagogiques. Dans un deuxième temps, nous nous situons du côté élève et nous analysons leurs réponses, que nous discutons avec l'enseignant dans le but d'un retour réflexif sur ses pratiques d'enseignements (Gueudet & Trouche, 2010).

Bibliographie

- Airoldi, S., Pontani, P. (2012). Problèmes de traduction de textes mathématiques. http://www.matematicasenzafrontiere.it/documenti2/atti08/docatti/Airoldi_Pontanifr.pdf.
- Duval, R. (1995), *Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Bern, Berlin, Frankfurt/M., New York, Paris, Wien. XI, 396 p : Peter Lang.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Conception et usages de ressources pour et par les professeurs : développement associatif et développement professionnel. *Dossiers De l'Ingénierie Educative*, 65, 78-82.
- Gueudet, G., Trouche L. (2010) Des ressources aux documents, travail du professeur et genres documentaires. In : Gueudet G., Trouche L. (eds.) *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. (pp. 57-74). INRP et Presses Universitaires de Rennes.

Interaction mathématiques-chimie et rôle des représentations sémiotiques dans l'enseignement secondaire au Congo Brazzaville.

Fernand MalongaMoungabio (Université Marien N'Gouabi)

L'histoire des mathématiques est caractérisée par des phases d'expansion et des phases de consolidation. Dans les phases d'expansion, les mathématiques élargissent le périmètre de leur science en s'attaquant à des problèmes et en élaborant des concepts d'un type nouveau. Cette expansion est souvent irriguée par une problématique issue des relations avec les autres disciplines scientifiques. L'histoire montre en effet comment les champs scientifiques que sont aujourd'hui les mathématiques et les sciences physiques et chimiques ont fait évoluer la science en se prêtant à un jeu d'échanges dialectiques. Les mathématiques sont considérées comme un *pourvoyeur d'outils* nécessaires à la compréhension et donc, au développement des autres sciences.

Par ailleurs, depuis plusieurs années, la littérature sur les relations entre les mathématiques et les sciences physiques dans l'enseignement secondaire et universitaire se multiplie. Diverses réflexions sont menées aussi bien en mathématiques qu'en physique ou en chimie; elles sont de nature épistémologique et/ou didactique.

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

Nous nous proposons de présenter ici, notre approche de la « continuité didactique » entre mathématique et la chimie en classe de terminale scientifique. Nous nous appuyons sur les registres sémiotiques au sens de Duval (1995, 2006) pour montrer le rôle d'une articulation entre le graphique et l'algébrique dans la conceptualisation de la notion de pH en chimie et de l'enseignement de la notion de logarithme décimal en mathématique.

RÉFÉRENCES

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

Duval, R. (1995). Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Collection : Exploration, Peter Lang Berne, Suisse

MalongaMoungabio, F. (2009). Les équations différentielles à l'interface mathématiques - physique : praxéologie et jeux de cadres de Rationalité dans les manuels de terminale S.

Recherche en didactique des mathématiques. Vol. 29, n°3, pp. 335-357.

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

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

La production collective de matériaux didactiques numériques comme partie de la formation des enseignants de mathématiques : une étude de cas sur la production de textes numériques.

**Rogério Ignácio (UNIAN-SP), Verônica Gitirana (UFPE)
et Rosana Nogueira de Lima (UNIAN-SP)**

Cet article présente une partie d'une recherche doctorale qui vise à étudier les aspects évolutifs et évaluatifs de la formation initiale des professeurs de mathématiques dans la production et l'expérimentation d'un chapitre de manuel numérique de mathématiques (introduction à fonction algébrique) dans une classe de 30 élèves de 12 et 13 ans. Nous utilisons l'approche documentaire (Gueudet & Trouche, 2009), pour guider l'étude, car elle permet de rechercher l'interconnexion entre le développement professionnel d'un enseignant et les ressources qu'il utilise, en tenant compte des aspects évolutifs des deux. Nous avons également utilisé la théorie de l'orchestration instrumentale (Trouche, 2005) pour soutenir l'identification des éléments de choix des enseignants avant le service pour l'exécution des classes à l'aide du chapitre de manuel numérique produit. Nous présentons une analyse partielle de la première (parmi deux) collecte de données obtenue à partir du processus de planification des leçons, du prototypage, de l'utilisation en classe, des versions de manuels numériques et de l'auto-évaluation préliminaire des sujets. Les données ont été obtenues à partir des enregistrements vidéo des interviews collectives et des enregistrements vidéo des rencontres entre les futurs enseignants et l'enseignant précepteur, qui est l'enseignant de la classe dans laquelle le stage est développé. Les résultats partiels suggèrent que les stagiaires proposent (basés sur leur expérience en tant qu'étudiants) dans leur planification d'introduire des fonctions à partir d'un problème à explorer à l'aide de ressources créées pour un usage en plateformes numériques (ressources dynamiques). L'enseignant précepteur suggère d'adapter les activités issues de la version papier du manuel et puis d'étendre avec les ressources numériques que les stagiaires dominent. Cette constatation est pertinente pour la recherche parce qu'ils ont des conceptions différentes de manuels numériques impliquant différentes ressources (et des sources de connaissances), ce qui à son tour est un élément à étudier lors de la production du matériel.

RÉFÉRENCES

GITIRANA, V., BITTAR, M., & IGNÁCIO, R. (2014). *Objetos educacionais digitais: políticas e perspectivas*". Anais do II Fórum GT 6 SBEM - Educação Matemática: novas tecnologias e educação à distância. Rio de Janeiro : SBEM: 1-8.

GUEUDET, G., BIRGIT P. & TROUCHE, L. (2009). *Towards new documentation systems for mathematics teachers?* Educational Studies in Mathematics, 71(3), 199–218.

TROUCHE, L. (2005). *Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations*. Recherches en Didactique des Mathématiques, 25(1), 91-138.

Démonstration et écriture.

Christophe Hache (LDAR, Université Paris Diderot, IREM de Paris)

L'activité de démonstration est, entre autres, une activité de rédaction, d'écriture. L'analyse des pratiques langagières en la matière peut se faire à l'aide d'un référent formel (voir Hache à paraître, Hache et Mesnil à paraître), elle permet de mettre en évidence la complexité des usages dans la formulation des preuves. On renforce ainsi les questionnements sur l'« apprentissage de la démonstration ».

Depuis plusieurs années, par ailleurs, le groupe « Léo » de l'IREM de Paris (voir Léo 2016) travaille, entre autres, sur l'entrée des élèves dans ces pratiques, notamment par le biais de travaux de « formulation / reformulation » individuelles et collectives (formulation ou reformulation de définition, de propriétés et de démonstrations).

Ce séminaire proposera une réflexion sur les liens possibles entre ces questionnements sur les pratiques langagières des mathématiciens, ces expérimentations de terrain, et certains éléments proposés en didactique du français : caractérisation de l'activité de lecture et d'écriture, définitions de la posture d'auteur, etc.

RÉFÉRENCES

C. HACHE (à paraître) Logique, langage. Énoncés et preuves en mathématiques, in Actes du 21e colloque de la CORFEM, juin 2014, Grenoble <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01285113v1>

C. HACHE et Z. MESNIL (à paraître) Pratiques langagières et preuves, in Actes du 22e colloque de la CORFEM, juin 2015, Nîmes <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01285116v1>

LEO (2016) Formuler, reformuler, document de travail IREM de Paris, <http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/up/Leo-FP-Reformulation.pdf>

Une ingénierie didactique pour étudier les décisions didactiques d'un enseignant dans un EIAH.

Nathalie Brasset (LIG, UGA)

Notre travail de recherche porte sur les décisions didactiques de l'enseignant en classe, l'objectif étant de concevoir un modèle calculable de ces décisions dans un EIAH. Nous avons choisi d'étudier ces décisions didactiques en entrant par un savoir : la numération en cycle 2 (Tempier, 2013).

Afin d'observer les interactions élèves-enseignants lors d'une séance d'exercices, nous avons construit un dispositif composé : (1) d'un artefact informatique côté élève dont les fondements sont didactiques et (2) d'un outil d'orchestration. Via notre dispositif nous avons accès aux actions de l'enseignant sachant les informations consultées concernant la production de l'élève et pouvons inférer sur ses décisions didactiques.

Ce dispositif nous a permis d'observer les décisions didactiques d'un enseignant d'une classe de CE1 pendant l'année scolaire 2015-2016.

La communication orale sera l'occasion de présenter :

- notre méthodologie de recherche qui présente les caractéristiques de l'ingénierie didactique,
- notre modèle des décisions didactiques de l'enseignant et les résultats de nos expérimentations en particulier les informations sur le travail des élèves nécessaires à l'enseignant et les actions envisagées par ce dernier.

RÉFÉRENCES

ARTIGUE, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281–308.

BESSOT, A., CHAACHOUA, H., GEOFFROY, C., GIRAULT, I., HERITIER, C., JOLIVET, S., WAJEMAN, C. (2013). Décisions didactiques des enseignants de sciences. In *Problèmes du rapport scolaire et social aux mathématiques : identification des causes et propositions de solutions*.

CHAACHOUA, H., FERRATON, G., & DESMOULINS, C. (2013). Utilisation du modèle praxéologique de référence dans un EIAH. In *Evolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société*. Toulouse, France.

MARGOLINAS, C. (2002). Situations, milieux, connaissances: analyse de l'activité du professeur. In *Actes de la XIe école d'été de didactique des mathématiques* (p. 141– 156). La pensée sauvage.

TEMPIER, F. (2013). La numération décimale à l'école primaire. Une ingénierie didactique pour le développement d'une ressource. Paris-Diderot - Paris VII, French.

Session 4 : Jeudi 24 août de 16h50 à 17h30

Le concept de trajectoire documentaire : un outil pour l'analyse de l'expérience des professeurs quant à la conception et aux usages des ressources de leur enseignement.

Katiane de Moraes Rocha (IFÉ, ENS de Lyon)

Le développement du numérique crée pour les professeurs de nouvelles opportunités d'interaction avec d'autres acteurs de l'enseignement, de création et d'usages de ressources (Adler, 2000). D'ailleurs, les programmes scolaires demandent aux enseignants de mobiliser de plus en plus de ressources numériques. C'est le cas de la réforme curriculaire de 2016 en France qui, entre autres propositions, a intégré l'enseignement de l'algorithmique et de la programmation au collège. La plupart des enseignants n'ont jamais enseigné ce contenu. En plaçant l'enseignant comme responsable de la création et l'adaptation de ses ressources, la réforme suscite un besoin de nouvelles ressources, qui stimule ce que nous appelons le travail documentaire des enseignants (Gueudet et Trouche, 2009). Ce travail, dans un domaine incertain de la pratique des enseignants, va le confronter à une nouvelle expérience (Pastré, 2005).

Nous proposons d'analyser cette expérience de l'enseignant avec ses ressources à travers de ce que nous nommons sa trajectoire documentaire. Le développement de ce concept est le cœur de notre travail de thèse. Nos analyses sont basées sur le suivi de deux enseignantes de collège, Anna et Viviane. Ce suivi est basé sur les principes de l'investigation réflexive (Gueudet & Trouche, 2012). Dans nos résultats partiels nous avons observé deux façons différentes de préparer la mise en œuvre de la réforme de 2016. Anna est impliquée dans une pluralité de collectifs dans et hors établissements pour se préparer avant et pendant la mise en œuvre de la réforme. Viviane développe un travail collectif davantage centré sur les échanges avec les enseignantes dans son établissement. Le développement du concept de trajectoire documentaire nous aide à analyser, pour un enseignant donné, les relations entre les ressources (utilisées ou créées), le travail collectif (Fleck, 1934) et son expérience documentaire. Cela nous permet de comprendre les transformations dans les interrelations entre ces trois pôles, comme une loupe pour analyser le développement professionnel du professeur.

RÉFÉRENCES

ADLER, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.

FLECK, L. (1981). *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: University of Chicago Press (original edition, 1934).

GUEUDET, G., & TROUCHE, L. (2009). Teaching resources and teachers' professional development: towards a documentational approach of didactics. In F. Arzarello, V. Durand-Guerrier & S. Soury-Lavergne (Eds.), *Proceedings of the sixth congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1359–1368). Lyon, France: IRNP.

GUEUDET, G., & TROUCHE, L. (2012). Teachers' Work with Resources: Documentational Geneses and Professional Geneses. In G. Gueudet, B. Pepin & L. Trouche (Eds.), *From Text to "Lived" Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development* (pp. 23 – 41). New York: Springer.

PASTRÉ, P. (2005). Genèse et identité. In P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception : dialectiques, activités, développement* (pp. 231-260). Toulouse : Octarès.

Le changement d'axiomatique dans l'enseignement de la géométrie.

Slim Mrabet (Université de Carthage)

L'objectif de ce travail est d'analyser les moments de passage entre quelques types de géométrie dans l'enseignement actuel. Un bref retour sur l'histoire permet de distinguer des axiomatiques différentes caractérisées par des changements de statut et de rôle des figures dans les démonstrations.

La géométrie inspirée d'Euclide et de ses successeurs, qui domine au collège, est considérée dans l'histoire comme un moyen de rompre avec l'appréhension perceptive, et est caractérisée par la place centrale accordée aux figures, et par la prédominance du raisonnement qui l'emporte sur l'aspect calculatoire. L'apparition des transformations favorise le mouvement et le transfert de propriétés entre des figures, mais leur signification risque d'être occultée, dans le cadre analytique, par des propriétés où la puissance du calcul remplace les configurations.

Dans l'enseignement, se pose la question des difficultés que peuvent rencontrer les enseignants et les élèves dans la transition entre ces différentes géométries, ainsi que la façon dont ce sujet est négocié dans les programmes.

RÉFÉRENCES

ARNAULD, A. (1667). Nouveaux éléments de géométrie, Charles Savreux, Paris.

ARSAC, G. (1987). L'origine de la démonstration : essai épistémologique didactique.

Recherches en Didactique des Mathématiques. 8.3.

BROUSSEAU, G. (1995). Promenade avec Thalès, de la Maternelle à l'Université. In "Autour de Thalès", Bulletin Inter-IREM, Commission premier cycle, (pp 87-12).

EUCLIDE (1993). Les œuvres d'Euclide. Traduites littéralement par F. Peyrard. Nouveau tirage argumenté d'une importante introduction par M. Jean Itard. Librairie Scientifique et Technologique Albert Blanchard. Paris.

MRABET, S. (2010). Le théorème de Thalès dans l'enseignement tunisien : conceptions et pratiques des élèves, pratiques des enseignants, Thèse de doctorat, Université Virtuelle de Tunis, Université Paris Diderot (Paris 7).

Un trouble à l'interface entre différents champs de recherche (didactique des mathématiques, psychologie) et sciences cognitives : la dyscalculie.

F Florence Peteers (CEREP, URCA)

La frontière n'est pas évidente entre ce qui peut relever de difficultés d'apprentissage et ce qui constitue réellement un trouble et donc un handicap : c'est le cas de la dyscalculie. La recherche à ce propos (que ce soit en didactique des mathématiques, en psychologie ou en sciences cognitives) présente, à l'heure actuelle, de nombreuses lacunes et incertitudes (comme le fait remarquer Fisher, 2007). Le terme même de dyscalculie pose question car les critères utilisés pour la définir sont vagues et varient selon les domaines d'étude. Pour certains chercheurs (comme Dehaene, 2010), principalement issus des sciences cognitives et de la psychologie, les difficultés spécifiques en mathématiques seraient liées à des caractéristiques propres à l'élève. Pour d'autres, s'appuyant sur des principes didactiques (Giroux, 2011, par exemple), il serait également nécessaire de prendre en compte les spécificités des savoirs et les caractéristiques didactiques des situations dans lesquelles se manifestent les difficultés. L'objectif de la thèse en cours est de dépasser ces cloisonnements disciplinaires et d'essayer de concilier les différentes approches pour une meilleure compréhension de la dyscalculie. Sur base d'éléments théoriques issus de la didactique des mathématiques (principalement dans le cadre de la théorie des situations didactiques de Brousseau (1998) et des champs conceptuels de Vergnaud (1990)) ainsi que des sciences cognitives, nous réalisons une analyse des tests utilisés par les orthophonistes lors du diagnostic de patients dyscalculiques. Les résultats de cette analyse, ainsi que les éléments de définition de la dyscalculie issus des différents champs de recherche, seront discutés lors de ce séminaire. Une étude de terrain complètera, par la suite, cette analyse (étude de la formation initiale et continue des orthophonistes, questionnaire destiné aux orthophonistes et enseignants, ...). Tous ces éléments nous permettront de préciser la définition de la dyscalculie et de déterminer comment les spécificités des savoirs mathématiques peuvent être pris en compte lors de son diagnostic.

RÉFÉRENCES

BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

DEHAENE, S. (2010). *La bosse des maths : Quinze ans après*. Paris : Odile Jacob.

FISCHER, J.-P. (2007). Combien y a-t-il d'élèves dyscalculiques ?, *ANAE Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 93, 141-148.

GIROUX, J. (2011). Pour une différenciation de la dyscalculie et des difficultés d'apprentissage in V. Freiman, A. Roy & L. Theis (éds), *Actes du colloque du Groupe de Didactique des Mathématiques du Québec*, 148-158.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10/2-3, 133-170.

La construction du nombre : croisement d'approches cognitives et didactiques. Une étude de cas en maternelle « classique » et « Montessori ».

Marie-Line GARDES

(Université Lyon 1, Institut des Sciences Cognitives-Marc Jeannerod, UMR 5304)

La question de la construction du nombre anime, depuis de nombreuses années, des chercheurs de différents domaines : en psychologie cognitive (par ex. (Fayol, 2012) pour une synthèse), en didactique des mathématiques (Briand, 1999 ; Brissiaud, 2007 ; Margolinas&Wozniack, 2012) et plus récemment en neurosciences (Dehaene, 2010). Dans ce séminaire, nous proposons de présenter ces différents points de vue puis de montrer en quoi un croisement et une articulation de ces approches peuvent permettre d'enrichir les recherches sur la construction du nombre en maternelle. Dans une recherche dont l'objectif est l'étude de l'impact de la pédagogie Montessori sur les apprentissages en maternelle dans les milieux défavorisés, nous utilisons une méthodologie croisée en psychologie cognitive et en didactique des mathématiques pour : analyser les ateliers Montessori sur la construction du nombre, analyser les compétences numériques d'enfants de 3 à 6 ans et pour comparer ces compétences entre les enfants suivant un enseignement « classique » et ceux suivant un enseignement « Montessori ».

RÉFÉRENCES

BRIAND, J. (1999). Contribution à la réorganisation des savoirs pré-numériques et numériques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(1), 41-76.

BRISSIAUD, R. (2007). Premiers pas vers les maths: les chemins de la réussite à l'école maternelle. Retz.

DEHAENE, J. (1999). La bosse des maths. Quinze ans après. Paris : Odile Jacob.

FAYOL, M. (2012). L'acquisition du nombre. Que sais-je ? Paris : PUF.

MARGOLINAS, C. & WOZNIACK, F. (2012). Le nombre à l'école maternelle. Une approche didactique. Bruxelles : De Boeck.

Les pratiques des enseignants-chercheurs au supérieur : cas de l'enseignement des mathématiques discrètes.

Theresia Tabchi (URCA)

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse qui porte sur les pratiques des enseignants des mathématiques à l'université. Ce travail s'appuie sur des recherches en développement dans le même domaine (Nardi, Jaworski, & Hegedus, 2005 ; Artigue 2016). Nous considérons plus particulièrement les pratiques des enseignants-chercheurs.

Les travaux en cours sur les pratiques des enseignants à l'université sont multiples (Bridoux, Grenier-Boley, & Hache, 2016 ; Gueudet, 2016 ; Gueudet, Buteau, Mesa, & Mistfeldt, 2014). Une revue de la littérature montre que l'étude des pratiques des enseignants-chercheurs, notamment hors-classe, reste un champ largement inexploré. Les pratiques des enseignants-chercheurs admettent des spécificités : l'articulation qui peut avoir lieu entre enseignement et recherche en forme un bon exemple. Nous cherchons à caractériser l'empreinte de la recherche dans les pratiques des enseignants-chercheurs.

Nous questionnement nous a conduit au choix des mathématiques discrètes (Grenier & Payan, 1998) comme objet d'étude ; c'est un domaine dont la transposition didactique n'est pas complètement achevée et les liens avec les autres champs mathématiques restent à définir. L'ensemble de ces éléments rend complexe le choix des savoirs à enseigner, ainsi que les ressources à mobiliser et à concevoir. La méthodologie de notre étude exploratoire prend appui sur des entretiens avec des enseignants-chercheurs dans l'objectif de caractériser leur interaction avec des ressources issues de l'enseignement et de la recherche. Nous faisons l'hypothèse que cette interaction nous permettra d'éclairer les liens existants entre l'enseignement et la recherche dans le cas des mathématiques discrètes.

RÉFÉRENCES

Bridoux, S., Grenier-Boley, N., & Hache, C. (2016). Moments d'exposition des connaissances à l'université : le cas de la notion de limite. First conference of International Network for Didactic Research in University Mathematics, (pp. 380-389). Montpellier.

Grenier, C., & Payan, D. (1998). Spécificités de la preuve et de la modélisation en mathématiques discrètes. Recherche en Didactique des Mathématiques, 18/1, 59-100.

Gueudet, G. (2016). University Teachers' Resources Systems and Documents. International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education , 40753, 1 – 27.

Gueudet, G., Buteau, C., Mesa, V., & Mistfeldt, M. (2014). Instrumental and documentational approaches: from technology use to documentation systems in university mathematics education. . (Routledge, Éd.) Research in Mathematics Education, 16:2, 139 - 155.

Nardi, E., Jaworski, B., & Hegedus, S. (2005). A spectrum of pedagogical awareness for undergraduate mathematics: from "tricks" to "techniques". Journal for research in Mathematics education , 284-316.

Session 5 : Vendredi 25 août de 16h00 à 16h40

Une méthodologie pour concevoir des activités didactiques basées sur les approches théoriques TAD et APOE.

Rita Vasquez (Instituto Politécnico Nacional-CICATA),
Avenilde Romo- Vasquez (Instituto Politécnico Nacional- CICATA)
María Trigueros (Instituto Tecnológico Autónomo de México, ITAM)

Dans cette communication nous présentons une méthodologie pour concevoir des activités didactiques de modélisation mathématique qui est basée sur dialogue entre deux approches théoriques TAD et APOS. Cette méthodologie part de l'analyse des contextes non mathématiques (ingénierie, par exemple) pour élucider l'activité de modélisation mathématique qui a lieu dans ceux-ci. Cela permet, dans un deuxième moment, de faire une transposition didactique à travers d'une activité didactique dont un des objectifs est la construction des savoirs et de techniques mathématiques

Pour analyser les contextes non mathématiques, ce sont les éléments de la TAD (Chevallard, 1999) qui sont utilisés, en particulière la notion de praxéologie. Ainsi, les praxéologies de modélisation mathématique sont mises en évidence, en mettant une attention particulière aux discours technologiques provenant du contexte et qui sont mises en relation avec les discours technologiques mathématiques. Après, une technologie mathématique, un concept par exemple, est choisi et analysé à travers de la décomposition génétique (Arnon, et al., 2014). Cette décomposition et les moments de l'étude du cycle ACE (Trigueros, Bosch & Gascón, 2011) sont utilisés pour concevoir l'activité didactique.

RÉFÉRENCES

CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*. 19(2), 221-266.

ARNON, IM COTTRIL, J., DUBINSKY, E., OKTAC, A., FUENTES, S., TRIGUEROS, M. & WELLER, K. (2014). *APOS Theory. A framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. Springer.

TRIGUEROS, M., BOSCH, M. & GASCÓN, J. (2011). Tres modalidades de diálogo entre APOS y TAD. In M. Bosch, J. Gascón, A. Ruiz Olarría, M. Artaud, A. Bronner, Y. Chevallard, G. Cirade, C. Ladage & M. Larguier (Eds.), *Un panorama de la TAD* (pp. 77-116). CRM Documents, vol. 10. Bellaterra (Barcelona): Centre de Recerca Matemàtica.

Des ressources pour étudier aux ressources pour enseigner : une analyse du développement professionnel des enseignants en formation initiale à partir de l'évolution de leurs systèmes documentaires.

Assis, Cibelle (Université Fédérale de Paraíba) -
Gitirana, Verônica (Université Fédérale de Pernambuco) -
Trouche, Luc (École Normale Supérieure de Lyon)

Dans ce séminaire, nous voulons soutenir deux hypothèses fortes sur la formation du système documentaire des professeurs de mathématiques : le système de ressources pour enseigner se constitue à partir du système de ressources pour étudier que les étudiants ont construits au cours de l'école à l'université, et l'analyse de cette métamorphose est un moyen de comprendre leur développement professionnel initial.

Selon Gueudet et Trouche (2008), le développement professionnel est la combinaison d'un ensemble de processus : l'ouverture à de nouvelles ressources (Ball & Cohen, 1996); le développement des connaissances de l'enseignant (Schulman, 1986), à la fois disciplinaires, pédagogiques, curriculaires; l'évolution de ses relations avec les autres acteurs de l'enseignement et l'évolution de ses conceptions du métier (Cooney, 1999).

Pour éprouver nos hypothèses, nous avons étudié les trajectoires documentaires (Rocha, 2016) de trois étudiants brésiliens futur enseignants de mathématiques en identifiant les événements et les ressources associées de leur formation.

Cette étude a mis en évidence que l'analyse des ressources Geogebra et du plan de leçon des étudiants est un bon terrain pour comprendre la métamorphose des systèmes de ressources pour étudier vers les systèmes de ressources pour enseigner. Nous pouvons dire que cette métamorphose repose sur une évolution des rôles attribués aux ressources pendant les expériences d'étudiant et de professeur, qu'elle revêt des aspects communs et particuliers à chaque étudiante et qu'elle permet d'identifier des éléments associés à leur développement professionnel.

RÉFÉRENCES

BALL, D.L., & COHEN, D. (1996). Reform by the book: what is – or might be - the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational researcher*, 25 (9), 6-8, 14.

COONEY, T.J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163-187

GUEUDET, G., & TROUCHE, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants: genèses, collectifs, communautés. *Le cas des mathématiques. Education et didactique*, 3, 7-33..

ROCHA, K. Uses of online resources and documentational trajectories: the case of sésamath. In: 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, 2016.

SCHULMAN, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14

Comment évaluer les élèves engagés dans l'enseignement d'exploration méthodes et pratiques scientifiques en seconde ?

Chantal Tufféry-Rochdi (Université de La Réunion)

Depuis 2010, en plus des enseignements communs, les élèves de seconde doivent choisir deux enseignements d'exploration (EE) dont l'objectif premier est « de développer la curiosité des élèves et d'éclairer leur choix d'orientation en découvrant des champs disciplinaires ou des domaines intellectuels nouveaux, choisis par goût ou intérêt ». Si le choix des EE ne prédétermine en rien la poursuite d'étude, le prescripteur affirme la nécessité d'une évaluation. Parmi ces EE figure Méthodes et Pratiques Scientifiques (MPS), enseignement pluridisciplinaire qui vise à initier les élèves à la démarche scientifique dans le cadre d'un projet. (MEN, 2010)

Dans cette communication, nous proposons dans un premier temps d'analyser la demande institutionnelle afin de mieux cerner la tâche prescrite (Rogalski, 2010) aux enseignants et en particulier l'évaluation demandée. Dans un deuxième temps, nous présenterons deux approches de cette évaluation mises en œuvre par deux équipes MPS suivies dans le cadre d'une thèse (Tufféry-Rochdi, 2016). Chacun de ces modes d'évaluation sera analysé au regard des demandes institutionnelles et nous apporterons des éléments de réponses à la question suivante : la mise en œuvre d'une évaluation en

MPS conduit-elle les enseignants et les élèves à une meilleure réflexion sur la démarche scientifique ? Nous porterons une attention particulière au travail documentaire des enseignants (Gueudet et Trouche, 2010) ainsi qu'aux ressources disponibles, utilisées et conçues pour soutenir ces évaluations.

RÉFÉRENCES

MEN (2010), BO spécial n°4 du 29 avril 2010.

GANDIT, M. et al. (2014), Evaluation formative et démarches d'investigation en mathématiques, dans le cadre du LéA EvaCoDICE.

En ligne : file:///C:/Users/chant/Downloads/Documents/Acte_EvaCoDICE_2014.pdf

GUEUDET, G. et TROUCHE, L. (dir.) (2010) Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques, PUR et INRP.

ROGALSKI, J. (2010). Le cadre général de la théorie de l'activité. Une perspective de psychologie ergonomique. In F. Vandebrouck (coord), La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants (pp. 23-30). Toulouse : OCTARÈS Éditions (deuxième édition).

TUFFERY-ROCHDI, C. (2016), Les ressources au cœur des pratiques des professeurs de mathématiques : le cas de l'enseignement d'exploration MPS en seconde, Thèse de l'université de La Réunion. En ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01391464/document>

L'usage d'environnements papier-crayon et dynamique en géométrie : le rôle central du professeur.

Francine Athias (ESPE de Franche-Comté, LMB-UMR 6623)

Nous nous intéressons à l'intégration de la géométrie dynamique dans des classes d'école primaire. Des travaux antérieurs ont montré les difficultés à mettre en évidence des relations géométriques sur des figures matérielles (Celi & Perrin-Glorian, 2014).

D'autres recherches se sont intéressées à l'intégration de la géométrie dynamique dans les classes (Assude & Gelis, 2002). Elles mettent en évidence des conditions d'intégration, par exemple la nécessité d'une « juste distance » entre l'ancien et le nouveau. Le séminaire que nous proposons s'inscrit dans la poursuite de ces travaux.

Nous avons organisé un groupe de travail avec des professeurs et un chercheur sur les enjeux de la géométrie dynamique. Le travail se poursuit actuellement en classe avec l'une des professeurs. La problématique est centrée sur la notion de figure (Laborde &

Capponi, 1994). Nous avons enregistré deux séances de classe, menées par le même professeur deux années successives. Chacune des séances est décrite et analysée en appui sur le cadre théorique de la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD,

Sensevy, 2011). La comparaison entre les deux années donne à voir comment le professeur oriente davantage le regard des élèves vers des connaissances mathématiques. À partir de cette analyse, nous discuterons des modalités sur lesquelles un travail collaboratif professeurs-chercheurs pourrait prendre appui.

RÉFÉRENCES

ASSUDE, T. ET GELIS, J-M. (2002). dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematics*, 50, p.259-287.

CELI, V. ET PERRIN-GLORIAN, M-J. (2014). Articulation entre le langage et le traitement des figures dans la résolution d'un problème de construction géométrique. *Spirale*, n° 52. LABORDE, C. ET CAPPONI, B (1994). Cri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *Recherches en Didactiques des mathématiques*, 14, 1/2, p 165-210.

SENSEVY, G. (2011). Le sens du savoir. *Éléments pour une théorie conjointe en didactique*. De Boeck édition.

Étude des facteurs de décisions didactiques dans l'enseignement de la trigonométrie dans une classe de lycée au Brésil.

Elisângela Bastos de Melo Espindola
(Université Fédérale Rurale de Pernambuco)

Jana TRGALOVA
(Université Claude Bernard Lyon 1)

Notre étude porte sur les prises de décisions de l'enseignant, et l'identification des facteurs à l'origine de celles-ci. Dans une étude de cas, nous nous intéressons au travail documentaire du professeur relatif à la préparation d'une séquence et à la mise en oeuvre d'une séance d'enseignement de la trigonométrie dans une classe de lycée à Recife-PE-Brésil. Nous nous appuyons, comme cadrage théorique, sur l'approche documentaire du didactique, le modèle des niveaux de l'activité des enseignants, la théorie anthropologique du didactique. Les résultats des analyses montrent une certaine régularité des pratiques du professeur qui se traduit par une prise répétitive de certaines décisions déclenchée d'une part par des « facteurs épistémiques » correspondant au rapport personnel de l'enseignant au savoir en jeu et d'autre part par des « facteurs liés à l'histoire didactique » correspondant à « l'histoire partagée entre enseignant et élèves » à propos de ce savoir.

REFÉRENCES

BESSOT, A. (2013). Décisions didactiques des enseignants de sciences. In Y. MATHERON et al. (Dir.), Problèmes du rapport scolaire et social aux mathématiques : identification des causes et propositions de solutions. Lyon: l'IFE, 4-5.

GUEUDET, G. ;TROUCHE, L. (2010). Genèses communautaire, genèses documentaires : histoire en miroir. In: Ressources vives: le travail documentaire des professeurs en mathématiques. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 129-145.

MARGOLINAS, C. (2002). Situations, milieux, connaissances. Analyse de l'activité é du professeur. In Dorier, J.-L. et al. (Eds.) Actes de la 11e École d'Été de Didactique des Mathématiques – Corps, août 2001, Grenoble : La Pensée Sauvage Éditions, 141-156.

TRGALOVA, J. (2010). Documentation et décisions didactiques des professeurs. In: Ressources vives: le travail documentaire des professeurs em mathématiques. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 129-145.

Les posters

Session 1 : Mardi 22 août 2017

13h45-14h00 : Présentation en 120s

18h50-19h30 : Exposition

L'improvisation des enseignants novices lors du traitement des erreurs des élèves en mathématiques.

Mohamed ALMAHMOUD (CREN et ADEF)

Bien que les professeurs débutants ou stagiaires aient reçu des formations dédiées aux erreurs des élèves notamment en master 1 lors de la préparation au concours (CAPES ou CRPE) où il y a une partie spécifique à l'analyse de productions des élèves, ils improvisent pour traiter telle ou telle erreur dans leur classe de stage ou de responsabilité.

L'étude proposée dans ce poster relève d'un des résultats de ma thèse (en cours) visant à analyser les effets de formation sur les pratiques des stagiaires concernant la question de l'erreur. Cette étude consiste à focaliser le regard sur ce que les futurs enseignants ont perçu et sur ce qu'il leur a « échappé » lors de la formation initiale en faisant référence à la conception de PCK (Pedagogical content Knowledge) de Shulman. Ce dernier balise les connaissances dont le futur professeur de mathématiques a besoin pour qu'il puisse traiter les erreurs des élèves d'une manière efficace et opérationnelle. Il s'agit, d'une part, de connaître les stratégies d'enseignements efficaces favorisant la performance des élèves en difficulté (Bissonnette & al., 2010) et, d'autre part, de « maîtriser » les profils des élèves (Bruner, 1999). Ces éléments théoriques me serviront pour résoudre l'équation suivante : faute de formation = improvisation.

Je m'appuie également sur le cadre de la double approche (Robert & Rogalski, 2002) et en particulier les composantes cognitive et médiative pour analyser les pratiques des enseignants. Ces analyses vont dans le sens que les futurs enseignants se servent de moins en moins de ce qu'ils ont vu en formation et ils s'appuient en plus sur leur propre expérience d'où il y a un conflit entre théorique (cours de formation) et pratique (le terrain).

RÉFÉRENCES

BISSONNETTE, S. & al. (2010). Quelles sont les stratégies d'enseignement efficaces favorisant les apprentissages fondamentaux auprès des élèves en difficulté de niveau élémentaire ? Résultats d'une méga-analyse. *Revue de recherche appliquée sur l'apprentissage*, 3(1), 1–35.

BRUNER, J. (1999). *Folk pedagogies. Learners and pedagogy*, 1, 4–20.

ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 2(4), 505–528.

L'enseignement des mathématiques dans la formation des ingénieurs : quelle place et quel rôle de la preuve ?

Cécile Ouvrier-Buffet (URCA),

Hussein Sabra (URCA),

Marthe Gardan (UTT),

Elias Khoury (UTT),

Hubert Lallement (UTT),

Jean-François Noël (UTT)

Les travaux en didactique des mathématiques sur la preuve sont nombreux au niveau international (e.g. Boero 2007, Hanna & de Villiers 2012). En revanche, très peu se penchent sur la formation des ingénieurs (e.g. Romo-Vazquez 2009) et la question de la place et du rôle de la preuve dans une telle formation.

Nous nous interrogeons sur la conception et la mise en œuvre de séquences d'enseignement dans le cadre de la formation des ingénieurs permettant aux étudiants d'enrichir leur pratique d'une activité mathématique (nous nous référons ici en particulier aux travaux français sur la démarche de recherche en mathématiques, conduits au sein des équipes DREAM, Maths à Modeler, etc.).

Le poster reviendra sur les cadres théoriques mobilisables dans un tel questionnement et sur la méthodologie retenue dans le cadre d'un travail conduit à l'IREM de Reims en collaboration avec l'UTT (Université de Technologie de Troyes).

Nous présenterons l'état de ce travail : un focus sera fait en particulier sur le concept mathématique de suites. Ce concept a été retenu pour mener la recherche de situations permettant un travail effectif avec les étudiants sur différents types de raisonnement et sur les liens avec des problèmes mathématiques qui pourraient être spécifiques à la formation des ingénieurs.

RÉFÉRENCES

BOERO, P. (Eds.) (2007). Theorems in School. From History, Epistemology and Cognition to Classroom Practice. Sense Publishers.

HANNA, G. & DE VILLIERS, M. (Eds.) (2012). Proof and Proving in Mathematics Education. The 19th ICMI Study. New ICMI Study Series, Vol 15. Springer.

ROMO-VAZQUEZ, A. (2009). La formation mathématique des futurs ingénieurs. Thèse, Université Paris-Diderot. Paris.

L'influence des activités développées au laboratoire d'enseignement des mathématiques dans la formation des enseignants.

Iranete Lima (Universidade Federal de Pernambuco)

Ailson Alzeri (Instituto Federal do Ceará)

Cette étude a été développée dans le cadre d'un master à l'Université Fédérale de Pernambouc (Alzeri, 2016). Elle s'insère dans la problématique des connaissances des enseignants des mathématiques, portant sur les connaissances des mathématiques quand il utilise le Laboratoire de l'Éducation Mathématiques (LEM) comme environnement de formation des enseignants. Pour réaliser l'étude nous utilisons comme référence théorique-méthodologique le modèle des Niveaux des Activités du Professeur (Margolinas, 2002 ; Balacheff & Margolinas 2005) et la modélisation des connaissances développés par Lima (2009). Tout d'abord, nous avons caractérisé, a priori, un LEM concernant le type d'utilisation et de fonctionnement ainsi que leur rôle dans la formation des enseignants. Cela nous a permis de choisir le Laboratoire d'Enseignement des Mathématiques (LEMAT) de l'Université Fédérale de Pernambouc (UFPE) comme le champ de recherche. Nous avons analysé des documents fournis par les anciens responsables du LEMAT afin de mieux caractériser ce laboratoire. De plus, nous avons proposé un questionnaire semi-structuré qui a été répondu par neuf enseignants qui ont été auparavant moniteurs au LEMAT. Les résultats de cette étude montrent une convergence significative entre les connaissances qui ont été travaillées au LEMAT et celles mobilisées par les enseignants des mathématiques. Ces résultats peuvent indiquer que la connaissance construite dans le laboratoire exerce une influence importante sur l'activité de ces enseignants.

RÉFÉRENCES

ALZERI, A. L. (2016) atividades do professor de matemática: influência de sua participação no Laboratório de Educação Matemática. Dissertação de Mestrado. Recife-PE : Edumatec UFPE.

BALACHEFF, N. & MARGOLINAS, C. (2005). cKc Modèle de connaissances pour le calcul de situations didactiques. In A. Mercier & C. Margolinas (Eds.), Balises pour la didactique des mathématiques (p. 1-32). Grenoble : La Pensée Sauvage.

LIMA, I. (2009). De la modélisation de connaissances des élèves aux décisions didactiques des professeurs : étude didactique dans le cas de la symétrie orthogonale. Collection Universitaire. 1^è ed. Paris : Edilivre Editions.

MARGOLINAS, C. (2002), Situations, milieu, connaissances. Analyse de l'activité du professeur. In Dorier, J.-L. et al. (Eds.) Actes de la 11e École d'Été de Didactique des Mathématiques – Corps, août 2001, p. 141-156. Grenoble : La Pensée Sauvage – Éditions.

L'écologie de la notion de la notion de limite au lycée de 1960 à nos jours.

Ousmane ALPHA (Universidade Federal da Bahia, Brasil),

Luiz Marcio Santos FARIAS (Universidade Federal da Bahia, Brasil)

Saddo AG ALMOULOU (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo)

Nous présentons une partie de notre thèse en cours dont l'objectif est d'analyser l'évolution des organisations mathématiques et organisations didactiques de la notion de proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental au Mali de 1960 à nos jours. Ainsi nous allons voir comment au Mali s'est effectuée l'évolution de la notion de Proportionnalité ? Et pour quelles raisons ? Nous nous sommes posé aussi les sous questions suivantes : Quelle compréhension élèves et enseignants ont-ils actuellement de la proportionnalité ? Quels sont aujourd'hui les usages des vocabulaires de la proportionnalité chez les élèves et les professeurs des différents niveaux ? Quels sont les différentes techniques utilisées, les modèles qui ont cours ? à quels niveaux d'enseignement ? Quelles relations élèves et professeurs établissent-ils avec ces différents modèles ? Peut-on envisager l'enseignement de la proportionnalité sans les grandeurs ? sans la notion de rapport ? L'approche écologique préconise d'étudier le rapport institutionnel à un objet, c'est-à-dire l'étude de l'ensemble des praxéologies dans lesquelles l'objet est impliqué dans cette institution (ici notre institution est l'enseignement de la proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental). Elle préconise aussi de repérer les habitats et à l'intérieur de ces habitats, les niches des objets : un objet ne peut pas vivre de façon isolée, il est nécessaire qu'il prenne place au sein d'une organisation mathématique et entre en interrelation avec d'autres objets. Ce qui lui permet de vivre et d'exister dans l'enseignement. Dans le cadre de notre poster, nous présenterons quelques résultats des analyses menées sur les dimensions épistémologiques et économique-institutionnelles, la dimension écologique du concept de proportionnalité au premier cycle de l'Enseignement Fondamental du Mali.

RÉFÉRENCES

ARTAUD, M. (1997) Introduction à l'approche écologique du didactique, L'écologie des organisations mathématiques et didactiques. In C. Comiti (eds) Actes de la IX^e école d'été de didactique des mathématiques, Houlgate.

L'enseignement et l'apprentissage des grandeurs géométriques à la transition de l'école élémentaire au collège au Brésil.

DURÃO FERREIRA, Lúcia de Fátima (Collège d'Application de UFPE - Brésil)

BALTAR BELLEMAIN, Paula Moreira (EDUMATEC – UFPE – Brésil)

Cette proposition présente un travail doctorale qui cherche à analyser, avec les outils de la théorie des champs conceptuels de Vergnaud, de la théorie anthropologique du didactique de Chevallard et du filtre des grandeurs (Anwandter-cuellar, 2012; Bellemain, Bronner, Larguier, 2013), la reprise (Larguier, 2009) de l'aire en classe de sixième. Les questions de départ de cette recherche sont les suivantes : dans quelle mesure les difficultés d'apprentissage et les erreurs commises par les élèves lors de l'étude de l'aire de surfaces planes en classe de sixième sont la conséquence des choix de la transposition didactique externe à l'école élémentaire ? Dans quelle mesure ces mêmes difficultés et erreurs sont la conséquence de ruptures au niveau du savoir à enseigner entre l'école élémentaire et le collège ? De quelle manière est conduite la transition entre l'école élémentaire et le collège, en ce qui concerne l'étude des grandeurs géométriques et en particulier leur reprise ? Les outils de la théorie des champs conceptuels permettent de faire l'inventaire et l'analyse des situations qui donnent du sens au concept d'aire, des connaissances en acte mises en œuvre par les élèves et les représentations langagières et symboliques utilisées par les sujets pour résoudre des tâches mathématiques. La théorie anthropologique du didactique et le filtre des grandeurs permettent d'interroger et de problématiser les choix de la transposition didactique autour de l'aire à l'école élémentaire et au collège, les organisations mathématiques préconisées par ces institutions, les raisons d'être des grandeurs dans l'enseignement entre autres. Ce regard apporte un éclairage complémentaire à celui centré sur la dimension cognitive du point de vue de la théorie des champs conceptuels.

RÉFÉRENCES

ANWANDTER-CUELLAR, N. (2012). Place et rôle des grandeurs dans la construction des domaines mathématiques numérique, fonctionnel et géométrique et de leurs interrelations dans l'enseignement au collège en France. Tese de doutorado HPDS (Historie Philosophie et didactique des Sciences). Université Montpellier 2, Montpellier.

BELLEMAIN, P. M. B., BRONNER, A., & LARGUIER, M. (2013). Étude comparative de la reprise de l'enseignement de l'aire en classe de sixième en France et au Brésil. In : Actes du 4e congrès international sur la Théorie Anthropologique du Didactique, Toulouse, France.

CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en Théorie Anthropologie Didactique. In: Recherches en Didactiques des Mathématiques. Grenoble : La Pensée Sauvage, vol. , n° 19/2, p.221-266.

LARGUIER, M. (2009). La construction de l'espace numérique et le rôle des reprises en classe de seconde : un problème de la profession. Thèse de doctorat. Université de Montpellier 2, Montpellier.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. In: Recherches en Didactiques des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage, vol.10/2.3, p.133-170.

Écologie de la proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental au Mali.

Ousmane ALPHA (Universidade Federal da Bahia, Brasil)

Luiz Marcio Santos FARIAS (Universidade Federal da Bahia, Brasil)

Saddo AG ALMOULOU (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo)

Nous présentons une partie de notre thèse en cours dont l'objectif est d'analyser l'évolution des organisations mathématiques et organisations didactiques de la notion de proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental au Mali de 1960 à nos jours. Ainsi nous allons voir comment au Mali s'est effectuée l'évolution de la notion de Proportionnalité ? Et pour quelles raisons ? Nous nous sommes posé aussi les sous questions suivantes : Quelle compréhension élèves et enseignants ont-ils actuellement de la proportionnalité ? Quels sont aujourd'hui les usages des vocabulaires de la proportionnalité chez les élèves et les professeurs des différents niveaux ? Quels sont les différentes techniques utilisées, les modèles qui ont cours ? à quels niveaux d'enseignement ? Quelles relations élèves et professeurs établissent-ils avec ces différents modèles ? Peut-on envisager l'enseignement de la proportionnalité sans les grandeurs ? sans la notion de rapport ? L'approche écologique préconise d'étudier le rapport institutionnel à un objet, c'est-à-dire l'étude de l'ensemble des praxéologies dans lesquelles l'objet est impliqué dans cette institution (ici notre institution est l'enseignement de la proportionnalité au premier cycle de l'enseignement fondamental). Elle préconise aussi de repérer les habitats et à l'intérieur de ces habitats, les niches des objets : un objet ne peut pas vivre de façon isolée, il est nécessaire qu'il prenne place au sein d'une organisation mathématique et entre en interrelation avec d'autres objets. Ce qui lui permet de vivre et d'exister dans l'enseignement. Dans le cadre de notre poster, nous présenterons quelques résultats des analyses menées sur les dimensions épistémologiques et économique-institutionnelles, la dimension écologique du concept de proportionnalité au premier cycle de l'Enseignement Fondamental du Mali.

RÉFÉRENCES

ARTAUD, M. (1997) Introduction à l'approche écologique du didactique, L'écologie des organisations mathématiques et didactiques. In C. Comiti (eds) Actes de la IX^e école d'été de didactique des mathématiques, Houlgate.

Session 2 : vendredi 25 août 2017

13h45-14h00 : Présentation en 120s

16h50-17h30 : Exposition

Connaissances et méso-espace.

Sylvie Blanquart -Henry (ESPE Aquitaine)

En géométrie, dans les activités de construction de figures planes, le changement de milieu fait évoluer le rapport des élèves aux objets géométriques (Bloch & Pressiat, 2008). En particulier pour un même problème, la taille de l'espace de travail et le choix des instruments modifient les connaissances mobilisées (Salin, 2008) (Gobert, 2001)(Perrin-Glorian,2014)

Nos premières expérimentations montrent que le travail dans le méso-espace est l'occasion pour les élèves de mobiliser ou de construire des connaissances qui pourraient sembler acquises comme, la possibilité d'utiliser la transitivité de l'isométrie pour reporter une longueur, ou, la nécessité de tendre une corde pour réaliser un alignement. Ces observations vont dans le sens de recherches qui montrent comment la complexité de l'usage de la corde « ouvre un espace pour la problématisation de savoirs mathématiques. » Barrier, Mathé et Vittori (2012)

Dans le prolongement de ces travaux, nous cherchons à identifier des « connaissances ignorées des enseignants » qui se révèlent dans les activités de construction de figures planes dans le méso-espace et plus particulièrement lors de la planification et la formulation de leurs actions par les élèves.

RÉFÉRENCES

- BARRIER, T., MATHÉ, A. C., & de VITTORI, T. (2012). Des séances ordinaires comportant une dimension historique: quels enseignements. *Petit x*, 90, 5-33.
- BERTHELOT, R., & SALIN, M.-H. (1992). L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans le cycle obligatoire (Thèse de doctorat). Université Bordeaux 1, Bordeaux.
- BLOCH, I. & PRESSIAT, A. (2008), L'enseignement de la géométrie, de l'école au début du collège : situations et connaissances Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques, Actes de la XIV^e École d'Été de Didactique des Mathématiques. IREM Paris 7.
- BROUSSEAU, G. (2000). Espace et géométrie. Actes du Séminaire de Didactique des Mathématiques du Département des Sciences de l'éducation de l'Université de Crète à Réthymnon.
- GOBERT, S. (2001). Questions de didactique liées aux rapports entre la géométrie et l'espace sensible, dans le cadre de l'enseignement à l'école élémentaire. Thèse de l'Université Paris Diderot, Laboratoire de Didactique André Revuz.
- PERRIN- GLORIAN, M.-J., GODIN, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments matériels à leur caractérisation par des énoncés. *Math-Ecole*, 222, 28-38.
- PETITFOUR,E.(2015) Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté d'apprentissage : étude du processus d'accès à la géométrie d'élèves dyspraxiques visuo-spatiaux lors de la transition CM2-6ème. Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- SALIN, M.H. (2008) Enseignement et apprentissage de la géométrie à l'école primaire et au début du collège. *Bulletin de l'APMEP*, 498, 647-670.

L'articulation sémantique, syntaxique et sémiotique dans le processus de transposition des concepts de développements limités et approximations locales au début de l'université.

Fatma Belhaj Amor (ISEFC, Université virtuelle de Tunis)

Dans cette communication, nous présentons les résultats d'une étude didactique sur la comparaison entre l'évolution historique ayant mené aux développements limités et leur pratique d'enseignement au début du cycle préparatoire aux études d'ingénieurs en Tunisie. Nous avons adopté des outils d'analyse didactique, en l'occurrence la dialectique outil / objet, l'analyse sémiotique et une analyse en termes d'articulation sémantique / syntaxique.

Trois investigations didactiques ont été conduites. La première de nature épistémologique portant sur la genèse des développements limités du début du XVII^{ème} siècle jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. La deuxième investigation est macro-didactique consacrée aux résultats d'une analyse en termes de transposition didactique des approximations versus des développements limités dans le programme, des ouvrages et de photocopiés de cours de première année de l'université. La troisième investigation est micro-didactique à partir de laquelle nous présenterons les premiers résultats de l'analyse d'une enquête adressée auprès de 18 enseignants universitaires pour en décrypter les visées et les caractéristiques didactiques. Notre analyse historico-épistémologique a montré la pertinence du recours à la figure géométrique en tant que modèle d'outil d'approximations locales d'une fonction qui est une approche presque totalement absente dans l'enseignement des développements limités. Les principaux résultats dégagés des investigations macro et micro-didactiques invitent à privilégier les approches de la modélisation ainsi que la construction via les différents aspects graphique, numérique, algébrique et analytique des objets développements limités et approximations locales.

RÉFÉRENCES

DOUADY, R. (1991). Tool, Object, Setting, Window: Elements for Analyzing and Constructing Didactical Situations in Mathematics. In A.-J. Bishop, S. Mellin-Olsen & J. Van Dormolen (Eds.), *Mathematical Knowledge: Its Growth Through Teaching* (pp. 107–130). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

DURAND-GUERRIER, V. (2012) Vérité mathématique et validité logique. Perspectives épistémologique et didactique. Actes de colloque EMF 2012, 414–424.

DUVAL, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in the Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103–131.

KOUKI, R., BELHAJ AMOR, F, & HACHAICHI, Y. (2016). Comparaison entre l'évolution historique ayant mené aux développements limités et leur pratique d'enseignement au début de l'université : Entre syntaxe et sémantique. In E. Nardi, C. Winslow & T. Hausberger (Eds.) *Proceedings of the 1st Conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics* (pp. 123–132). Montpellier : INDRUM.

TATON, R. (2004). Le Calcul infinitésimal. *Encyclopædia Universalis*, v 10.

Visualisation aussi en analyse.

Fabrice Vandebrouck, Laurent Vivier

(Université Paris Diderot, Laboratoire de Didactique André Revuz)

Dans le domaine de la géométrie, Mithalal (2010) a développé l'idée de déconstruction dimensionnelle des figures géométriques (Mithalal, 2010), associée à un processus de visualisation mis en évidence plus en amont par Duval (1999). L'objet du poster est de donner à voir le même genre de processus dans le domaine de l'analyse, auquel peut être également associée une déconstruction spécifique, non plus selon des dimensions 0, 1, 2 ou 3 mais selon des perspectives (Vandebrouck, 2011) - ponctuelles, globales et locales - que l'on peut adopter sur les objets de l'analyse. Par exemple, l'adoption de ces perspectives – associées à une visualisation non iconique – des formules algébriques, des graphiques de fonctions, des tangentes... relève d'un enseignement et d'un apprentissage mathématique qui n'est plus suffisamment mis en lumière au lycée, ce qui contribue sans nul doute à l'une des ruptures entre le lycée et l'université.

RÉFÉRENCES

Durand-Guerrier, V. & Vivier, L. (2016). Densité de D , Complétude de R et analyse réelle. Première approche, In Carl Winslow et Thomas Hausberger Editeurs, Actes de la Première Conférence INDRUM 2016, International Network for Didactic Research in University Mathematics, 31 mars - 02 avril 2016, Université de Montpellier, France, 143-152.

Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematics thinking. Basic issues for learning. In F. Hitt y M. Santos (Eds.), Proceedings of the 21st North American PME conference, 1, 3-26

Mithalal, J. (2010). Déconstruction instrumentale et déconstruction dimensionnelle dans le contexte de la géométrie dynamique tridimensionnelle, Thèse de l'Université de Grenoble.

Montoya Delgadillo, E., Páez Murillo, R., & Vivier, L. (2016). Les perspectives de localité dans le travail en analyse. Quinto Simposio Espacio de Trabajo Matemático - ETM5 (en actas). Universidad Macedonia Ovest, 18 al 22 de julio, Florina, Grecia. A paraître.

Rogalski M. (2008). Les rapports entre local et global: mathématiques, rôle en physique élémentaire, questions didactiques. Dans L. Viennot (Eds.) Didactique, épistémologie et histoire des sciences (pp.61-87). Paris: PUF.

Vandebrouck, F. (2011). Points de vue et domaines de travail pour l'étude des fonctions, Annales de Didactique et de Sciences Cognitives de Strasbourg, 16, 149-185.

Vandebrouck F., Leidwanger S. (2016). Students' visualization of functions from secondary to tertiary level, Communication au colloque INDRUM International Network for Didactic Research in University Mathematics, 31 mars – 2 avril 2016, p153-162, Montpellier <https://hal.archives-ouvertes.fr/INDRUM2016/>

Etayages contribuant au développement d'habiletés scientifiques pour des étudiants brésiliens en formation d'enseignants de chimie par les usages de logiciels de conception expérimentale COPEX-CHIMIE et TITRAB.

José Vieira do Nascimento Júnior (Université d'État de Feira de Santana, Brésil)

Luiz Márcio Santos Farias (Université Fédéral de Bahia, Brésil)

Isabelle Girault (Université de Grenoble, France)

Ce poster s'agit d'une proposition d'extension de collaboration dans une recherche en didactique qui a commencé en 2006 au laboratoire Modèles et Technologies pour l'Apprentissage Humain du laboratoire d'informatique de Grenoble (LIG-MeTAH) de l'Université de Grenoble Alpes, France. Pendant cette nouvelle étape de collaboration, chercheurs et étudiants brésiliens en didactique de la chimie devront s'intégrer à ce projet. Parmi les objectifs nous citons : comprendre comment les élèves d'un cours supérieur de Chimie de l'Université d'État de Feira de Santana, au Brésil, développent des habiletés pour programmer, exécuter et communiquer des rapports expérimentaux au cours d'expériences conçues et développées au sein du LIG-MeTAH). Au cours de l'exécution du projet, les connaissances procédurales et théoriques acquises par les étudiants pourront être évaluées à partir de la théorie TAD de Chevallard, de l'intégration des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignant - TICE et du inquiry-based learning, dans la réalisation des tâches. La participation des chercheurs brésiliens débutera en 2017 à partir de l'élaboration des séquences didactiques pour tester la validité de l'intégration de ces logiciels pour le développement des habiletés argumentatives en chimie. A l'avenir ce projet pourrait intégrer chercheurs d'autres sciences, lui donnant un caractère interdisciplinaire.

RÉFÉRENCES

BERTHET, A. et al. (2015). Difficultés d'élèves pour élaborer un protocole expérimental: un exemple en classe de terminale s. Le bulletin de l'union des professeurs de physique et de chimie, 978 (109), 1395-1408, Paris. <http://www.udppc.asso.fr/bupdoc/index.php>.

CHAACHOUA, H. et al. (2013). Formation des enseignants et nouvelles Technologies. 4eme Colloque International Franco-Vietnamien en didactique des mathématiques, Jan 2013, Ho Chi Minh Ville, Vietnam. <hal-01282890>

GIRAULT, I. et al. (2011). An anthropological approach to analyse a chemical knowledge during experimental design. Proceedings from ESERA, 2011, Lyon, France, September 5-9, 2011, pp.38-45. <http://HAL-00911375>

MANZONI-DE-ALMEIDA, D. et al. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. Investigações em Ensino de Ciências, 21 (2), 105-120.

Sur l'introduction du concept de limite de fonction au Brésil. Comparaison avec la France.

Sonia Maria Monteiro da Silva Burigato et José Luiz Magalhães de Freitas

(UFMS – Campo Grande, MS – Brésil)

Le présent thème concerne le projet de doctorat de Mme S. Burigato, intitulé « Introduction de la notion de limite chez les étudiants de licence en mathématiques au Brésil. Comparaison avec la France ». Nous cherchons à étudier la construction de la notion de limite, en mettant l'accent sur les erreurs, les difficultés et les connaissances des étudiants, lors du déroulement de ce processus. Des choix vont concerner la classe d'étudiants, ainsi que les concepts utilisés tout au long du travail sur des activités, et dans l'organisation de l'action, qui conduisent et guident ces étudiants lors des diverses situations proposées. Tout d'abord, nous avons identifié les différents concepts impliqués dans l'enseignement de la notion de limite au Brésil, par l'analyse des documents officiels, des manuels scolaires et des recherches didactiques sur le concept de limite. Ensuite, nous avons élaboré et expérimenté une série d'activités, portant sur l'introduction de la notion de limite d'une fonction en un point. Nos expérimentations ont été réalisées avec des étudiants d'un cours de licence en mathématiques au Brésil. Nous avons travaillé sur des situations qui favorisent le lien entre la notion intuitive de limite et sa définition formelle par delta-epsilon. Ensuite, nous avons réalisé et expérimenté d'autres activités, portant sur les limites infinies et les limites à l'infini. A ce stade, les expérimentations que nous avons menées sont en cours d'analyse. Par ailleurs, nous effectuons une étude sur l'enseignement du concept de limite en France (au lycée et à l'université), afin que nous puissions faire avancer notre recherche, avant d'effectuer une étude sur le terrain.

RÉFÉRENCES

CORNU, B. (1983). Apprentissage de la notion de limite: conceptions et obstacles. Thèse. Math. pures-Grenoble 1, Grenoble.

SIERPINSKA, A. (1985). Obstacles épistémologiques relatifs à la notion de limite. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.6, n°1, pp 5-67.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie de champs conceptuels. Recherches en Didactique de Mathématiques, Vol.10, n° 2-3, pp 133-170.

Étude des praxéologies de la géométrie spatiale dans l'enseignement secondaire intégrant les contributions d'une imprimante 3D

Prof. Dr. Afonso Henriques (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Brasil)

Prof. Ms. Rosane Leite Funato (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Brasil)

Prof. Ms. Elisângela Silva Farias (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Brasil)

Prof. Dr. Luiz Marcio Santos Farias (Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil)

Les théories en Didactique ont permis le développement des études avec des approfondissements théoriques dans les différents domaines de la connaissance, et les recherches en Éducation Mathématiques au Brésil, viennent s'approprier des contributions de ces théories, en favorisant les analyses, les interprétations, les compréhensions et les interventions dans les différents phénomènes didactiques émergents dans le travail institutionnel. Dans ce contexte, le GPEMAC (*Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional*) a mis en place des recherches en Didactique des Mathématiques en s'appuyant sur l'anthropologie sociale, dont l'objectif central est l'étude des pratiques institutionnelles liées à un objet de connaissance en utilisant des environnements informatiques. En effet, nous présenterons dans ce poster, une étude qui montre comment les modèles des projets de construction d'objets concrets (PCOC), produits dans les logiciels Maple et CubeX-3D Systems, matérialisés avec l'imprimante 3D, permettent l'inversion de la praxéologie usuelle dans l'enseignement de la Géométrie Spatiale, modifiant ainsi les types de tâches proposées aux élèves dans cette Géométrie. Car ils commencent à résoudre les tâches par la manipulation des PCOC, la lecture des énoncés, les mesures et la reproduction des géométries détachables dans les PCOC sur l'environnement papier/crayon, en mobilisant, par conséquent, les différents registres de représentation. Il s'agit des contributions de recherche qualitative en utilisant, comme références, la théorie anthropologique du didactique et la théorie des registres de représentation sémiotique. Les résultats montrent que les élèves se sentent plus en sécurité pour manipuler des matériaux palpables, liés à la connaissance visée, obtenus à l'aide de l'imprimante 3D, en fournissant ainsi les descriptions géométriques les plus prioritaires.

Mots-clés : Modèles PCOC, Maple, tâches, praxéologie, registres.

RÉFÉRENCES

CHEVALLARD, Y. (2009). Approche Anthropologique du Rapport au Savoir et Didactique des Mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, V. 12, n°1, p. 1-8.

DUVAL R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*. IREM de Strasbourg, v. 5, p. 35-65.

HENRIQUES, A.; Nagamine, A.; Nagamine, C. M. L. (2012). Reflexões Sobre Análise Institucional: o caso do ensino e aprendizagem de integrais múltiplas. *BOLEMA*, Rio Claro (SP), v. 26, n. 44, dez.

HENRIQUES, A. (2015). Contribuições dos Ambientes Computacionais Maple, CubeX e A Impressora 3D na Pesquisa e no Ensino-Aprendizagem da Matemática nas IES. *Progressão na Carreira do Magistério*, UESC-Ihéus.

MARQUES, S. A. S. S. (2016). Prototipagem rápida de PCOC na impressora 3D para o ensino e aprendizagem de Integrais Duplas e Triplas. *Dissertação de Mestrado*. PPGEM – UESC.