XXIIème Ecole d'été de didactique des mathématiques

16 – 22 octobre 2023

Communications orales

Planning des communications orales

mardi 17/10 10h45 à 12h45			vendredi 20/10 15h à 17h			samedi 21/10 15h à 17h
Salle ENTRÉE	**Salle POLYVALENTE**	**Salle RANCH**	**Salle ENTRÉE**	**Salle POLYVALENTE**	**Salle RANCH**	**Salle POLYVALENTE**
Nicolas ROS	Miguel RODRIGUEZ	Karine VIEQUE	Valérie BATTEAU	Danielly KASPARY	Michèle GANDIT	Carine SORT
Sonia Maria MONTEIRO da SILVA BURIGATO	Elisabeth MONTOYA et Laurent VIVIER	Sylvie BLANQUART, Claire GUILLE-BIEL WINDER, Edith PETITFOUR	Anne-Marie RINALDI	Michella KIWAN-ZACKA, Frédérick TEMPIER	Frédéric DESCAMPS	Fabien EMPRIN et Jacques DOUAIRE
	Jorge GAONA et Fabiola ARÉVALO	Sylvie GRAU et aurélie CADEAU	Charlotte BERTIN	Elann LESNES et Macarena FLORES GONZALEZ	Sara PRESUTTI	Inen AKROUTI

Résumés

Session 1 – mardi 17/10 - 10h45 à 12h45

Salle ENTRÉE	**Salle POLYVALENTE**	**Salle RANCH**
Nicolas ROS	Miguel RODRIGUEZ	Karine VIEQUE
Sonia Maria MONTEIRO da SILVA BURIGATO	Elisabeth MONTOYA et Laurent VIVIER	Sylvie BLANQUART, Claire GUILLE-BIEL WINDER, Edith PETITFOUR
	Jorge GAONA et Fabiola ARÉVALO	Sylvie GRAU et aurélie CADEAU

Salle BÂTIMENT ENTRÉE

LE RAPPORT DU PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES À L'ENSEIGNEMENT DE L'ALGORITHMIQUE ET LA PROGRAMMATION : UNE ANALYSE SÉMIOTIQUE

Nicolas ROS, INSPE Toulouse Occitanie-Pyrénées. Structure Fédérative de Recherche Apprentissage-Enseignement-Formation.

Dans le cadre d'un enseignement de l'algorithmique et la programmation en mathématiques, la réalisation de toute activité suppose une co-activation d'objets ostensifs et non-ostensifs (Bosch & Chevallard, 1999). C'est le rôle du professeur de mathématiques d'identifier et d'organiser l'émergence de cette co-activation dialectique puisqu'elle conditionne l'accomplissement et le développement de ces activités. Néanmoins, ce travail du professeur semble complexe, les objets de l'algorithmique et la programmation ayant une nature épistémologique extramathématique. Quelles contraintes résultant de la dialectique de l'ostensif et du non- ostensif pèsent sur la construction du rapport du professeur de mathématiques à l'enseignement de l'algorithmique et la programmation ? Nous dégageons des éléments de réponse à cette question en observant des pratiques algorithmiques de futurs professeurs de mathématiques puis de professeurs de mathématiques enseignant en primaire et dans le secondaire. Pour ces pratiques, les approches de la sémiotique de Duval (1993, 1995) et de Pierce (1978) nous permettent d'analyser ces contraintes en décrivant le fonctionnement de la dialectique de l'ostensif et du non-ostensif du point de vue d'une instance personnelle ou positionnelle. En particulier, du fait d'une variabilité dans les phénomènes transpositifs concernant les objets informatiques, le professeur de mathématiques semble devoir traiter et convertir les divers ostensifs associés à un même non-ostensif de l'algorithmique et la programmation que lui offre sa

noosphère (Chevallard & Joshua ; 1991) pour pouvoir faire rencontrer ce non-ostensif à ses élèves. Par ailleurs, le professeur de mathématiques rencontrant des analogies et des modélisations mathématiques lacunaires pour des objets informatiques, de façon anomique, il semble devoir créer de nouveaux ostensifs pour pouvoir faire étudier l'algorithmique et la programmation conformément aux attentes du curriculum prescrit.

Mots clés : ostensif ; algorithmique ; programmation ; sémiotique ; transposition didactique

Références

Bosch, M. & Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. Recherches en didactique des mathématiques, 19(1), 77-124.

Chevallard, Y. & Joshua, M.-A. (1991). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble : La Pensé Sauvage. (Édition originale 1985)

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 5, 37-65.

Duval, R. (1995). Sémiosis et pensée humaine. Bern : Peter Lang.

Peirce, C.-S. (1978). Écrits sur le signe (rassemblés, traduits et commentés par Gérard Deledalle). Paris : Éditions du Seuil.

NON PRISE EN CHARGE DE L'ARTICULATION ENTRE THÉORIES SÉMIOTIQUES ET ACTIVITÉ MATHÉMATIQUE, QUELLES CONSÉQUENCES ?

Sonia Maria Monteiro da Silva Burigato, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Luiz Marcio Santos Farias, Universidade Federal da Bahia
Pierre Job, ICHEC Brussels Management School

Dans cette contribution, nous nous proposons de souligner l'importance, lors de l'utilisation d'une théorie sémiotique à des fins didactiques, de penser en profondeur l'articulation entre cette théorie et l'activité mathématique elle-même et pas juste en juxtaposant des outils sémiotiques à un modélisation implicite et pas suffisamment conscientisée et pensée des savoirs mathématiques et de l'activité qui les ont produits.
Plus précisément, nous souhaitons montrer qu'une théorie sémiotique déconnectée d'une prise en compte forte des spécificités épistémologiques de l'activité mathématique est susceptible de conduire à des contre sens épistémologiques ou du moins à des interprétations discutables d'observables et à la mise en évidence de « phénomènes » qui semblent plus relever de l'effet de contrat que de phénomènes proprement phénoménotechniques.
Sans prétendre à l'exhaustivité, une telle articulation est prise en charge à différents niveaux dans les théorisations suivantes : celle des champs conceptuels de Vergnaud (1990) et dans les développements de la théorie des situations (TS) proposés par Bloch et Gibel (2011) qui ouvrent un dialogue entre la TS et la théorie sémiotique développée par Pierce.
Pour notre part, nous prendrons comme cadre théorique de référence la théorie anthropologique du didactique (TAD) initiée par Chevallard où cette articulation entre aspects sémiotiques et activité mathématique est pris en charge de manière centrale et organique. La TAD propose en effet une théorie sémiotique via les notions d'ostensifs et non ostensifs et les valences instrumentale et sémiotique associées et une modélisation de l'activité mathématique par l'intermédiaire de la notion de praxéologie (Bosch et Chevallard, 1999).
Pour exemplifier la problématique de la non articulation, nous nous proposons d'établir un effet de contraste entre deux recherches portant sur l'appréhension des nombres négatifs par des élèves du début du secondaire. L'effet de contraste sera réalisé de la manière suivante.
À partir de la première recherche (Vlassis, 2013), nous montrerons que, malgré une annonce formelle d'articulation au niveau du cadre théorique, le travail de modélisation dans lequel sont impliqués les élèves n'en est pas véritablement un et sert plus en définitive de cheville ouvrière de pratiques d'ostension déguisée et que ces pratiques d'ostension résultent en définitive d'un manque de questionnement du savoir qui empêche l'auteure de développer une activité mathématique de modélisation légitime l'entrainant à son tour à utiliser son cadre d'analyse sémiotique à un niveau pour ainsi dire auto- justifiant, négligeant justement les endroits délicats du point de vue sémiotique où ce type d'analyse se serait révélé indispensable.
À partir de la seconde recherche (Schneider & al., 2015), au contraire, et en fort contraste, nous montrerons comment la règle des signes « moins par moins donne plus » est introduite auprès d'élèves comme résultante d'une double activité de modélisation, dont nous argumenterons cette fois la légitimité au plan épistémologique en référence à TS et la TAD articulées à travers la notion de situation fondamentale entendue en un sens élargi. La première partie de l'activité de modélisation sera de nature extra-mathématique et la seconde intra-mathématique. Cette double modélisation permettra de montrer que des élèves passablement jeunes (12-13 ans) et considérés comme « faibles » en mathématiques disposent des ressources pour engager un travail autrement jugé trop « abstrait » dans le type d'approche prônée dans le premier article qui s'inscrit (à son insu) dans un courant de pensée, celui des compétences, qui tend à opposer « abstrait » et
« concret » de manière naïve en réduisant le fait de « donner du sens » au simple acte d'établir des correspondances (le plus souvent par ostension) entre mathématiques et monde sensible alors même que

de telles correspondances peuvent être, comme avec les nombres négatifs, en contradiction avec l'épistémologies même des nombres et les besoins de modélisation interne aux mathématiques.

Mots clés : Sémiotique, modélisation, nombres négatifs, TAD.

Références

Bloch, I., et Gibel, P. (2011). Un modèle d'analyse des raisonnements dans les situations didactiques. Étude des niveaux de preuves dans une situation d'enseignement de la notion de limite. Recherches en Didactique des Mathématiques, 31(2), 191–228.

Bosch, M., & Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, *19*(1), 77–124. https://revue-rdm.com/1999/la- sensibilite-de-l-activite/

Schneider, M., Job, P., Matheron, Y., & Mercier, A. (2015). Extensions praxémiques liées aux ensembles de nombres : des complexes aux relatifs. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 20, 9-46.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, 10(2.3), 133- 170.

Vlassis, J. (2013). L'utilisation du signe négatif et activités de modélisation. *Education et Formation*, 298(1), 30-50.

salle POLYVALENTE

DES TÂCHES CONÇUES AVEC SCRATCH, FAVORISENT LES COMPÉTENCES DE PENSÉE INFORMATIQUE DANS UN COURS ÉLÉMENTAIRE

Miguel Rodríguez, Andrea Vergara, Marisela Vera et Paola Esparza

Nous présentons une étude qui rassemble des étudiants chiliens âgés de 10 à 12 ans qui travaillent sur des tâches conçues avec le logiciel SCRATCH. Nos permis documentent les compétences en pensée informatique (CT). Selon Voskoglou & Buckley (2012), le concept de CT surgit car il répond à la résolution de problèmes complexes dans différents domaines et contextes, avec ou sans recours à la technologie. Par conséquent, Bocconi et al. (2022) proposent que le PC est une manière sophistiquée d'aborder les problèmes et Qu et Fok (2021) présentent les caractéristiques qui définissent le PC. Latitude 1 se compose de figures classiques formées en prenant trois nombres naturels et en conjecturant les relations mathématiques entre les nombres d'un trio et une figure. La tâche 2 consiste à modifier les paramètres pour qu'un cheminement devienne un cheminement. En plus de proposer des séquences de blocs pour générer un polygone régulier.
Nous nous tournons vers les caractéristiques du CT proposées par Qu et Fok (2021) comme catégories a priori. Les tâches ont été mises en œuvre selon les principes des trois premières phases de la Théorie des situations didactiques de Brousseau (Brousseau, 2007). Les résultats ont été obtenus en comparant les réponses des étudiants avec les catégories a priori à l'aide de statistiques implicatives (classes hiérarchiques produisant un arbre de similarité et d'implications émergeant d'un graphique implicatif). Dans la tâche 1, les élèves ont saisi, au clavier, des trios de nombres, attribué des étiquettes à une liste, fait des annotations dans un guide de travail, entre autres actions. Dans la tâche 2, ils ont réussi à déterminer l'angle de rotation correct pour chaque polygone. De plus, il y avait des élèves qui, même s'ils progressaient dans ce qui leur était demandé, avaient besoin de l'approbation de leur professeur. Cela a influencé, d'une certaine manière, la formulation ou la validation des règles qu'ils devaient découvrir.

En bref, certains étudiants ont proposé : répéter les nombres d'un trio, changer uniquement l'ordre des nombres d'un trio, vérifier des conjectures sont des aspects qui sont liés à trois caractéristiques de l'EC, à savoir : (a) la formulation du problème, (b) l'abstraction et (c) la pensée logique. D'autre part, dans la tâche 2, le manque d'essais et d'erreurs pour fermer la figure polygonale ou établir l'angle de rotation correct, sont des aspects qui ont rendu impossible l'activation efficace de l'utilisation d'autres caractéristiques du CT, (d) algorithmes ou (e) programmation et (f) analyse et mise en œuvre et ainsi réaliser (g) Généralisation, dans la tâche 2.

Références

Brousseau, G. (2007). Iniciación al Estudio de las Situaciones Didácticas. Libros del Zorzal: Buenos Aires, Argentina.

Qu, J. R., & Fok, P. K. (2021). Cultivating students' computational thinking through student–robot interactions in robotics education. International Journal of Technology and Design Education, 32(4), 1983–2002. https://doi.org/10.1007/s10798-021-09677-3

Voskoglou, M. G. & Buckley, S. (2012). Problem Solving and Computational Thinking in a Learning Environment. Egyptian Computer Science Journal, 36(4), 28-46. http://doi:arXiv:1212.0750v1

Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35. http://doi:10.1145/1118178.1118215.

PARADIGMES DE L'ALGÈBRE LINÉAIRE

Jorge Luis Gaona Paredes, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chili
Silvia Soledad Lopez Fernandez, Universidad de Viña del Mar, Chili
Romina Menares Espinoza, Universidad de Valparaíso, Chili
Elizabeth Montoya Delgadillo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chili
Miguel Alejandro Rodriguez Jara, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chili
Fabrice Vandebrouck, Université Paris Cité, France
Laurent Vivier, Université Paris Cité, France

Cette communication présente la première partie du travail du projet ECOS-ANID C22H03 qui vise à caractériser le travail mathématique personnel en début d'université en France et au Chili. Plus précisément, le projet se propose d'élaborer des tâches ouvertes avec rétroaction automatiques sur des supports numériques (Gaona & Menares, 2021), dans le domaine de l'algèbre linéaire, et d'analyser et caractériser le travail mathématique des étudiants.
Notre recherche est soutenue par la théorie des Espaces de Travail Mathématique (ETM) qui fournit des outils analytiques prenant en compte des aspects épistémologiques et cognitifs avec les dimensions sémiotique, discursive et instrumentale pour l'étude spécifique du travail mathématique dans un environnement éducatif (Kuzniak et al., 2022). La notion de paradigme, centrale, permet de caractériser l'ETM d'un domaine mathématique. Pour les formuler on considère les aspects historique, épistémologique, didactique et curriculaire du domaine en jeu.
L'algèbre linéaire a eu des relations avec la géométrie dès ses débuts et son axiomatisation est récente, au début du 20ème siècle (Pressiat, 1999 ; Dorier, 2000). La résolution de systèmes d'équations linéaires conduit rapidement à l'apparition de la théorie des matrices, qui simplifie ce type de problème. Dorier (2000, pp. 36- 37) déclare, pour l'algèbre linéaire, que « La simplification est un effet différé qui suppose une bonne connaissance de la théorie. Le formalisme est, quant à lui, intrinsèque à la théorie même et apparaît comme une condition nécessaire des aspects unificateur et généralisateur. »

En appui sur nos analyses des programmes d'études et des études historiques, nous présentons trois paradigmes de l'algèbre linéaire : AL1 qui propose un travail algorithmique sur les systèmes linéaires et sur la géométrie du plan et de l'espace (dimensions 2 et 3) ; AL2 qui propose un travail dans $\mathbf{R}n$ avec une réinterprétation des systèmes linéaires en termes de produit matriciel, en appui sur l'algèbre des matrices ; AL3 qui propose un travail fondé sur la structure algébrique d'espace vectoriel, en dimension finie ou non.
Ces paradigmes nous permettent de caractériser le travail proposé aux étudiants à travers des tâches, notamment d'examens, des universités du projet. La suite du projet s'intéressera à l'élaboration de tâches en ligne afin de favoriser l'entrée dans le troisième paradigme qui nous semble être le problème principal comme le signale Dorier (2000, p. 33) « de nombreux étudiants [...] gardent des incompréhensions profondes sur des [...] concepts clés dans les fondements théoriques des techniques de réduction des endomorphismes. »

Mots clés : paradigmes, travail mathématique, ETM, algèbre linéaire

Références

Dorier, J.-L. (2000). Recherche en Histoire et en Didactique des Mathématiques sur l'Algèbre linéaire – Perspectives théorique sur leurs interactions, cahier du Laboratoire Leibniz, 12, Grenoble.

Kuzniak, A., Montoya-Delgadillo, E., & Richard, P. R. (Eds.) (2022). *Mathematical Work in Educational Context: The Perspective of the Theory of Mathematical Working Spaces*. Springer.

Gaona, J., & Menares, R. (2021). Argumentation of prospective mathematics teachers in fraction tasks mediated by an online assessment system with automatic feedback. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *17*, 1–18. https://doi.org/10.29333/ejmste/11425

Pressiat, A. (1999). *Aspects épistémologiques et didactiques de la liaison points-vecteurs*. Thèse de doctorat de l'Université Paris VII Denis Diderot.

TRAVAIL MATHÉMATIQUE EN GÉOMÉTRIE 3D ET TRIGONOMÉTRIE DANS UNE TÂCHE D'UN SYSTÈME D'ÉVALUATION EN LIGNE AVEC FEEDBACK AUTOMATIQUE.

Jorge GAONA, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile
Fabiola ARÉVALO-MENESES, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile

Ces dernières années, l'utilisation de systèmes d'évaluation en ligne s'est intensifiée et les systèmes de feedback sont devenus plus sophistiqués (Barana et al., 2021 ; Gaona et al., 2022). D'autre part, au cours de cette même période, de nouvelles recherches sur la géométrie 3D liées aux imprimantes 3D et à la réalité augmentée ont vu le jour, bien que les études sur les questions de coordonnées 3D soient plutôt peu nombreuses. Para esto se diseñó una tarea y la pregunta de investigación que se propuso es ¿cuál es el trabajo matemático que desarrollan futuros profesores en una tarea sobre coordenadas 3D en un ambiente digital?
Cette contribution présente une recherche en cours avec 16 futurs professeurs de mathématiques d'une université publique chilienne qui ont travaillé pendant la pandémie dans des classes en ligne sur une tâche qui consistait à trouver les coordonnées d'une gouttière 3D, où les onglets formaient un angle avec la base et qui était affichée dynamiquement dans une applet dans la vue 3D de Geogebra (voir Figure 1). Les réponses des étudiant devaient être saisies dans une plate-forme d'évaluation en ligne qui fournissait des corrections et un feedback automatique. Les étudiants ont travaillé par deux ou trois, en enregistrant les captures d'écran et les discussions qu'ils ont eues pour résoudre les tâches. Les écrans

de discussion et de travail ont été enregistrés. En utilisant comme cadre théorique l'espace de travail mathématique (Kuzniak et al., 2022), qui articule un plan cognitif et un plan épistémologique à travers trois genèses : une sémiotique, une instrumentale et une discursive, un accent particulier a été mis sur le travail avec des artefacts numériques, en distinguant la validité épistémologique et l'intelligence historique des artefacts (Salazar et al., 2023) utilisés pour encourager un travail mathématique diversifié. Les espaces de travail développés par les étudiants ont été analysés et trois travaux de nature différente ont été observés : la solution par réduction dimensionnelle du problème 3D en un problème 2D, la solution par reconstruction 3D de la figure et la solution par solution analytique. Dans chacun de ces espaces de travail, le rôle de la visualisation, l'utilisation d'artefacts numériques et symboliques et l'utilisation de justifications pour résoudre des parties de la tâche sont distingués. On observe également comment le feedback permet aux étudiant de différencier une réponse exacte d'une réponse approximative et de repenser les stratégies utilisées.

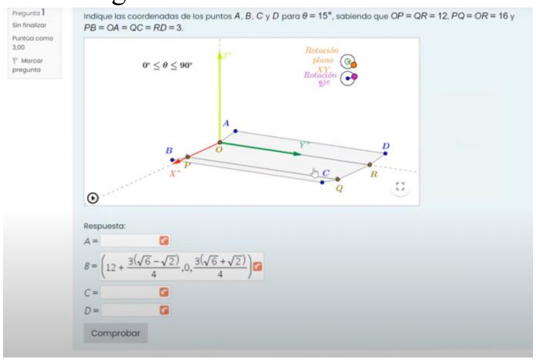

Figure 1 : tâche proposée aux étudiants.

Mots clés: géométrie 3D, base d’exercices en ligne, rétroaction automatique, technologie

Références

Barana, A., Marchisio, M., & Sacchet, M. (2021). Interactive feedback for learning mathematics in a digital learning environment. *Education Sciences*, *11*(6). https://doi.org/10.3390/educsci11060279

Gaona, J., López, S., & Montoya-Delgadillo, E. (2022). Prospective mathematics teachers learning complex numbers using technology. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–30. https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2133021

Kuzniak, A., Montoya-Delgadillo, E., & Richard, P. (2022). *Mathematical Work in Educational Context*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90850-8

Salazar, J. V. F., Gaona, J., & Richard, P. (2022). Mathematical work in the digital age: variety of tools and the role of geneses. In A. Kuzniak, E. Montoya, & P. Richard (Eds.), *Mathematical Work in Educational Context - the Mathematical Working Space Theory perspective* (pp. 165–209). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90850-8_8

salle RANCH

ÉTUDE DE LA GESTION PAR L’ENSEIGNANT.E DE LA PHASE D’ARGUMENTATION ET DE VALIDATION PAR LES ÉLÈVES DES ACTIONS RÉALISÉES POUR RESTAURER UNE FIGURE.

Karine VIEQUE, DSDEN Pas de Calais – Laboratoire de didactique André Revuz

Notre travail de thèse porte sur l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie plane au cycle 2 (élèves de 7-8 ans). Nous étudions un type de problèmes de reproduction de figures élaboré par Perrin-Glorian et Godin (2018) : les problèmes de restauration de figures. Dans ce cadre, nous avons cherché comment amener les élèves à développer les schèmes nécessaires à une pratique d'argumentation et de validation relativement aux actions instrumentées réalisées avec la règle pour restaurer une figure.
Pour cela, notre méthodologie a reposé sur l'expérimentation en classes ordinaires d'une séquence que nous avons conçue. Cette séquence est composée d'une suite de situations d'action, de formulation, de validation (Brousseau, 1998), de décision (Balacheff, 1987) et prend appui sur la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990).
Les recherches internationales montrent que la mise en œuvre de situations appelant une pratique d'argumentation et de validation est complexe pour les enseignant.es. Elles pointent la nécessité de porter attention au rôle de l'enseignant.e, à l'évolution des aides que peut apporter l'enseignant.e pour favoriser les discussions des élèves dans les classes. La question de la mise en œuvre par l'enseignant.e de la séquence proposée a donc été prise en considération dans notre travail de thèse. Nous avons conçu un scénario qui s'appuie sur la proposition de travail de l'argumentation en quatre stades de Plantin (1996). Ce scénario a été proposé aux enseignant.es pour les accompagner dans la gestion de la phase de validation par les élèves des actions instrumentées réalisées pour restaurer une figure. Une de nos questions de recherche a ainsi porté sur l'étude des interventions de l'enseignant.e susceptibles d'impacter le développement des schèmes des élèves engagés dans un processus d'argumentation et de validation des actions instrumentées réalisées pour restaurer une figure. Nous proposons de présenter dans le séminaire les appuis théoriques mobilisés pour concevoir le scénario qui a été proposé aux enseignant.es. A partir de l'analyse d'extraits de vidéos de classe, nous montrerons comment et dans quelle mesure le contenu des interventions de l'enseignante a permis d'impacter le développement des schèmes des élèves.

Mots clés : pratiques enseignantes – argumentation – schèmes – restauration de figures – géométrie plane à l'école élémentaire

Références

Balacheff, N. (1987). Processus de preuve et situation de validation. *Educational Studies in Mathematics*, *18(2)*, (p.147-176).
Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques. *Didactique des mathématiques, 1970-1990*. Grenoble. La pensée sauvage.
Perrin-Glorian, M.-J. & Godin, M. (2018). *Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège*. (p.1-41)
Plantin, C. (1996). *L'argumentation*. Seuil.
Vergnaud, E. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des Mathématiques, 10 (2.3)*, (p.135-169).

ETUDE DE L'ÉVOLUTION DU RAPPORT À LA FIGURE CHEZ DES ÉLÈVES DE CE1.

Sylvie Blanquart, Lab-E3D, Université de Bordeaux
Claire Guille- Biel Winder, ADEF, COPIRELEM, Université d'Aix-Marseille
Édith Petitfour, LDAR, Université de Rouen Normandie

Cette communication s'inscrit dans la continuité de l'étude d'une situation de reproduction de figures par pliage d'un carré de papier, destinée plus particulièrement aux élèves de cycle 2, la situation PLIOX (Guille- Biel Winder, 2014). Dans un travail précédent, nous avions révélé l'impact du langage de l'enseignant sur les relations entre les élèves et le milieu, en lien avec les différentes appréhensions d'une figure (Guille-Biel Winder, 2021). Nous cherchons ici à repérer et analyser l'évolution des connaissances des élèves, de leurs raisonnements et de l'appréhension qu'ils ont d'une figure au cours d'une séance de reproduction de figures utilisant le PLIOX et mise en œuvre dans une classe de CE1 (7-8 ans). Pour ce faire pour étudions les signes langagiers et gestuels produits par les élèves et les enseignants ainsi que les interactions élèves - enseignant, avec des outils d'analyse sémiotique, selon la méthodologie développée par Petitfour et Houdement (2022). Nous prenons également appui sur les travaux de Blanquart (2020) portant sur les raisonnements en lien avec les niveaux de milieux (Margolinas, 1995). Les résultats de cette étude visent à approfondir la compréhension des liens qui peuvent se tisser entre espace sensible, espace graphique et espace géométrique.

Mots clés : géométrie, raisonnement, appréhension d'une figure, niveaux de milieu, sémiotique

Références

BLANQUART-HENRY, S. (2020). Raisonnements géométriques d'élèves de cycle 3, duos de situations, rôle de l'enseignant. Thèse de doctorat. Université de Paris. [En ligne]. Disponible à l'adresse : https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03242768/ [consulté le 20 janvier 2022]

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, 19, 103–128.

GUILLE-BIEL WINDER C. (2021). Impact du langage de l'enseignant sur les relations entre les élèves et le milieu dans une situation d'action en géométrie. Recherches en Didactique des Mathématiques, 41(1), 55– 96.

MARGOLINAS, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. Dans Les débats de didactique des mathématiques. La Pensée sauvage, Grenoble, 89–102.

PETITFOUR, E. & HOUDEMENT, C. (2022). Des effets didactiques de microphénomènes sémiotiques en mathématiques. Dans C. Houdement, C. de Hosson, C. Hache (dir, 2022) Approches sémiotiques en didactique des sciences (p. 209-244). Londres : ISTE Éditions.

OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT D'UN REGARD DIDACTIQUE EN FORMATION INITIALE : MÉTHODOLOGIE DANS UN ATELIER RECHERCHE EN INSPE

Sylvie GRAU, INSPE de l'académie de Nantes
Christine CHOQUET, INSPE de l'académie de Nantes
Aurélie CADEAU, INSPE de l'académie de Nantes
Claire GAUDEUL-MAEGHT, INSPE de l'académie de Nantes

Depuis septembre 2022, un atelier recherche a été mis en place à l'INSPE de l'académie de Nantes, à destination des formateurs. Son but est de développer une culture commune et une circulation entre les résultats de la recherche en didactique des mathématiques et la formation des futurs enseignants en mathématiques du second degré. Dans la poursuite des travaux menés à l'INSPE ces dernières années

(Choquet, 2023 ; Grau, 2023), l'objectif de l'atelier est d'identifier des conditions du développement d'un regard didactique chez les futurs enseignants à partir d'une orchestration des formations dispensées dans différentes unités d'enseignement, de tester ces conditions et d'analyser les effets sur la formation des dispositifs mis en place. Pour cela, nous créons des ingénieries de formation et des outils d'analyse. Nous étudions les obstacles à la formation au regard didactique des étudiants à partir de données recueillies en formation et dans les situations de stage en classe (production des étudiants lors des séances de formation, écrits, situations de classes, entretiens). La recherche se place dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Vandebrouck et al., 2013) et le cadre de l'apprentissage par problématisation (Fabre, 2006) ainsi que le modèle des connaissances mathématiques de l'enseignant (CME) développé par Ball (Loewenberg Ball et al., 2008) pour construire une grille d'analyse permettant de mieux comprendre ce qui, en termes de conceptions, peut faire écran à la formation. Des entretiens avec des étudiants en master MEEF et des professeurs stagiaires en formation initiale ont été réalisés et analysés par triangulation avec les documents de préparations et les différentes productions attendues en formation. Il s'agit pour nous de repérer les obstacles au développement d'un regard didactique chez les étudiants/professeurs stagiaires qui relèvent plus spécifiquement de conceptions liées au savoir mathématique et à son épistémologie, à l'identité professionnelle et à l'apprentissage en mathématiques. Pour cela, les questions posées lors des entretiens doivent amener l'étudiant à expliquer la manière dont il a procédé pour préparer la dernière séance qu'il a mise en œuvre en classe, éventuellement en auto-confrontation aux écrits produits. Dans cette communication, nous vous présenterons la construction de notre cadre d'analyse et de notre méthodologie ainsi que les premiers résultats qui attestent de malentendus que ces entretiens ont permis de mettre en évidence.

Mots clés : Analyse de pratique, formation initiale, regard didactique, épistémologie, connaissances mathématiques pour l'enseignement

Références

Choquet, C. (2023). Comprendre les effets des choix de formateurs sur les pratiques de professeurs de mathématiques débutants. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Thématique 1, 287-313. https://doi.org/10.4000/adsc.1880

Fabre, M. (2006). Analyse des pratiques et problématisation. Quelques remarques épistémologiques. Recherche et formation, 51, 133-145. https://doi.org/10.4000/rechercheformation.511

Grau, S. (2023). Analyse de la pratique des enseignants stagiaires dans le cadre de la problématisation : Dynamique et obstacles. Dans F. Vandebrouck & M.-L. Gardes, Nouvelles perspectives en didactique : la preuve, la modélisation et les technologies numériques, volume 2, (pp. 90-100). IREM de Paris. https://hal.science/hal-04050994/document

Loewenberg Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? Journal of Teacher Education, 59(5), 389-407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Vandebrouck, F., Robert, A., Rogalski, J., Abboud, M., Cazes, C., Chesnais, A., & Hache, C. (2013). Activités des élèves et pratiques des enseignants en classe de mathématiques. IREM de Paris. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02110844

Session 2 – vendredi 20/10 – 15h à 17h

Salle ENTRÉE	Salle POLYVALENTE	Salle RANCH
Valérie BATTEAU	Danielly KASPARY	Michèle GANDIT
Anne-Marie RINALDI	Michella KIWAN-ZACKA, Frédérick TEMPIER	Frédéric DESCAMPS
Charlotte BERTIN	Elann LESNES et Macarena FLORES GONZALEZ	Sara PRESUTTI

Salle BÂTIMENT ENTRÉE

LA PENSÉE COMPUTATIONNELLE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU SECONDAIRE 1

Valérie Batteau, HEP Vaud, Suisse
Jana Trgalová, HEP Vaud, Suisse

Les liens étroits entre la pensée computationnelle et les types de raisonnement en jeu dans la résolution de problèmes mathématiques (Barcelos et al., 2018) ont conduit à l'intégration de la pensée computationnelle dans les programmes de mathématiques dans de nombreux pays.
Cette recherche vise à approfondir notre compréhension de ce qu'est la pensée computationnelle des élèves lors de la résolution de problèmes mathématiques au secondaire 1 (élèves de 12-15 ans) et à investiguer les proximités entre la pensée computationnelle et les compétences en résolution de problèmes mathématiques.
Dans la lignée des travaux (Barcelos et al., 2018 ; Brennan & Resnick, 2012 ; Kallia et al., 2021 ; Li et al., 2020), nous considérons la pensée computationnelle en mathématiques comme un modèle de pensée qui inclut des compétences d'abstraction, de décomposition d'un problème, d'analyse et d'interprétation de données, de reconnaissance de patterns, de modélisation, visant à résoudre un problème mathématique en formalisant une démarche de résolution qui puisse être réalisée par une machine. Cette définition de pensée computationnelle constitue notre cadre interprétatif, et nous questionnons son opérationnalité.
Cette contribution rend compte d'une expérimentation du problème de l'échiquier de Sissa dans une classe de 10è visant à tester le caractère opérationnel de la définition de la pensée computationnelle retenue. Notre méthodologie repose sur la confrontation entre l'analyse a priori des compétences liées à la pensée computationnelle que les élèves peuvent développer dans la résolution de ce problème et l'analyse a posteriori de l'activité observée des élèves. Les données recueillies sont les enregistrements vidéos des leçons, les productions écrites des élèves, les écrans d'ordinateur des élèves.
Nos résultats montrent l'identification de plusieurs composantes de la pensée computationnelle dans les productions d'élèves, mais cela ne semble pas suffisant pour conclure sur son développement. Ce qui nous amène à requestionner l'opérationnalité de notre définition. En particulier, il n'y a pas nécessairement de lien entre l'échec dans la résolution du problème et un manque dans la pensée computationnelle. Les pensées mathématique et computationnelle semblent être trop imbriquées dans notre définition initiale, ce qui rend difficile la distinction entre les deux modes de pensée lors de la

résolution du problème. Notre définition repose sur un ensemble de compétences qui peuvent avoir des significations différentes en mathématiques et en informatique. L'opérationnalisation de la définition de la pensée computationnelle nécessite donc une clarification des compétences qui y sont impliquées, et de leurs relations avec les mathématiques et l'informatique.

Mots clés : pensée computationnelle ; résolution de problème

Références

Barcelos, T. S., Munoz, R., Villarroel, R., Merino, E., & Silveira, I. F. (2018). Mathematics Learning through Computational Thinking Activities: A Systematic Literature Review. *Journal of Universal Computer Science, 24*(7), 815-845. https://doi.org/10.3217/jucs-024-07-0815

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (Vol. 1). http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Kallia, M., van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendsen, E., & Tolboom, J. (2021). Characterising computational thinking in mathematics education: a literature-informed Delphi study. *Research in Mathematics Education, 23*(2), 159-187.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). Computational Thinking Is More about Thinking than Computing. *Journal for STEM Education Research*(3), 1-18. https://doi.org/10.1007/s41979-020-00030-2

Stephens, M., & Kadijevich, D. M. (2020). Computational/Algorithmic Thinking. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 117-127). Springer Nature. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0

MANIPULATION ET REPRÉSENTATION DES QUANTITÉS EN LIEN AVEC LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ADDITIFS

Anne-Marie Rinaldi, upvm, LIRDEF

Nos travaux antérieurs s'appuient sur l'idée développée par Radford (2008) que nous apprenons au contact du monde matériel, du monde des objets, des artefacts culturels qui nous entourent mais que pour apprendre à partir de ces objets il est nécessaire de les utiliser dans des activités et d'interagir avec d'autres personnes qui savent déchiffrer les contenus intellectuels propres à ces objets. C'est ainsi que, pour développer les apprentissages numériques, dans le but de décomposer et recomposer les nombres sous vingt (Rinaldi, 2022), nous avons questionné l'utilisation d'un type de représentation pour les nombres inférieurs à dix, en l'occurrence des bandes de longueur donnée. Dans la continuité de ce travail de recherche, la question est d'étudier si le fait de manipuler des bandes pour calculer (enfants de 5 à 7 ans) aide à modéliser au sens de Cabassut (2020) les relations entre les données d'un problème additif verbal (Houdement, 2017) et inversement. Nos analyses, suite à la mise en œuvre d'un même dispositif d'enseignement dans deux classes en France (élèves de 6 à 8 ans) renseignent sur les difficultés que les élèves ont à utiliser les bandes pour produire un calcul et/ou modéliser un problème. Les résultats de l'étude contribuent dans la lignée des travaux de Poloska et ses collègues (Poloska et al., 2016) ainsi que de ceux de Auquière et ses collègues (Auquière et al.,2018) à mesurer l'impact de l'introduction de schématisation « range-tout » sur les performances et les démarches de résolution de problèmes de jeunes élèves.

Références

Auquière, A., Demonty, I., Fagnant, A. (2018) Annales de didactique et de Sciences cognitives n°23, 41-68. Cabassut, R. (2020). Les représentations en barres : « ni cet excès d'honneur, ni cette indignité ». Revue Au fil des maths, n°537.

Houdement, C. (2017). Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. Grand N, n° 100, 59-78 Polotskaia, E., Savard, A. & Freiman, V. (2016). Investigating a case of hidden misinterpretations of an additive word problem: structural substitution. European Journal of Psychology of Education, n° 31, 135-153.

Radford, L. (2008). The ethics of being and knowing: Towards a cultural theory of learning. Dans L. Radford, G. Schubring et F. Seeger (dir.), Semiotics in mathematics education : epistemology, history, classroom, and culture, 215-234. Rotterdam : Sense Publishers.

Rinaldi, A.-M.(2022). Le calcul sous vingt : une possibilité de travailler la notion d'équivalence à l'école élémentaire. , 126, 23-42.

FORMER À LA MODÉLISATION MATHÉMATIQUE EN CO-CONSTRUISANT UN ESCAPE GAME RÉSUMÉ

Charlotte Bertin, HEP Fribourg (Suisse) et Lyon 1

La modélisation mathématique est un processus composé de différentes étapes dont l'objectif est de résoudre un problème du monde réel à l'aide des mathématiques (Blum & Leiss, 2007). De nombreux travaux de recherche étudient la modélisation avec des perspectives différentes (Kaiser & Sriraman, 2006). Cependant, le manque de précisions sur cette thématique dans les programmes officiels français et suisse, nous a conduit à mettre en place un dispositif de formation où des enseignants de primaire co-créent un *serious escape game*, au sens de Guigon et al (2018), avec la chercheuse, pour leurs élèves de 7H-8H (10-12 ans). La modélisation débute avec le monde réel mais dans notre situation c'est le monde du jeu qui se présente comme état initial. Cette approche implique que toute tâche peut être considérée comme de la modélisation puisque leur résolution permet l'avancement dans le jeu. Cependant, celles-ci peuvent être de nature différente et une catégorisation a alors été mise en place afin de les différencier par niveau.

Notre projet de doctorat porte plus particulièrement sur l'évolution des représentations des enseignants du primaire sur la modélisation mathématique lors de cette formation dont le cœur est la conception d'un *serious escape game.* Cette recherche prend appui sur les principes de la recherche collaborative (Desgagné, 1997) et de l'ingénierie didactique coopérative (Joffredo-Le Brun et al., 2018). Lors de la formation, les enseignants vivent un *serious escape game* où il faut estimer la position d'un alpiniste sur une montagne en s'aidant de la proportionnalité. Différents apports théoriques issus de la recherche sont alors présentés ainsi que des problèmes classiques permettant d'illustrer le processus de modélisation. Dans un deuxième temps, les participants sont engagés dans la conception du jeu qui sera par la suite testé puis mis en place dans les classes. Les représentations des enseignants sont étudiées avec l'aide d'un journal de bord qui a été rempli pendant toute la durée de la formation, ainsi que les transcriptions des séances. Lors de l'analyse, nous nous focalisons sur la conception des tâches et notons si celles-ci évoluent à la suite des discussions, d'une manière ou d'une autre, et qu'elle est la cause de ce changement ou au contraire de cette stabilité.

Le séminaire portera principalement sur la présentation de la méthode d'analyse et des premiers résultats. Ces éléments vont en partie permettre de concevoir une deuxième formation qui sera mise en place prochainement.

Mots clés: Modélisation mathématique ; escape game ; formation ; primaire

Références

Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do Students and Teachers Deal with Mathematical Modelling Problems ? The Example "Sugarloaf". ICTMA 12, Chichester.

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. https://doi.org/10.7202/031921ar

Guigon, G., Humeau, J., & Vermeulen, M. (2018). A Model to Design Learning Escape Games : SEGAM: *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education*, 191-197. https://doi.org/10.5220/0006665501910197

Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., & Quilio, S. (2018). Cooperative engineering as a joint action. *European Educational Research Journal, 17*(1), 187-208. https://doi.org/10.1177/1474904117690006

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302–310

salle POLYVALENTE

L'INAPERÇU OSTENSIF DES FRACTIONS DÉCIMALES DE NUMÉRATEURS ÉGAUX À ZÉRO

Danielly Kaspary, Université Grenoble Alpes

Intéressée par l'enseignement des nombres rationnels au cycle 3, le zéro habillé en forme fractionnaire - « $\frac{0}{10^n}$ avec n ∈ ℕ » - m'amène à poser quelques questions. Je pars du constat de sa quasi-inexistence dans l'enseignement de nombres et je m'interroge sur l'origine et les effets de ce choix, ainsi que l'intérêt et les conséquences didactiques de le faire y exister.

S'il est vrai que les fractions «$\frac{0}{10}$ » et «$\frac{0}{100}$ » sont équivalentes, les ostensifs langagiers associés et leurs valences sémiotiques (Bosch et Chevallard, 1999), c'est-à-dire ce qu'elles permettent d'évoquer, nous invitent à considérer leurs différences. L'écart sémiotique entre ces écritures n'est pourtant pas pris en compte par le système éducatif, bien que la notion de fraction équivalente soit reconnue comme l'un des piliers de l'apprentissage des nombres fractionnaires.

L'apprentissage du système de numération, notamment du principe de position, se poursuit au cycle 3. Les types de tâches associés à la composition et décomposition des nombres continuent à être travaillés et apportent d'indices sur l'apprentissage de la numération chez les élèves (Tempier, 2016). La décomposition additive canonique des fractions décimales a notamment une place privilégiée dans cet apprentissage en étant une représentation utilisée pour produire et justifier le passage d'une fraction décimale à son écriture décimale. Le recours au langage et le tableau de numération participent également de cette étude. Au fil de temps, tel passage d'une écriture à l'autre doit devenir routinier et les traitements et les ostensifs impliqués sont censés d'être réduits, voire abandonnés.

Il se trouve que même tout au début de l'introduction de l'écriture décimale, le « zéro ième » n'est pas présent dans les décompositions additives. C'est le tableau de numération qui prend en charge les absences d'unités. Sur les décompositions additives canoniques institutionnellement utilisées, c'est le manque de quelque chose sur cette écriture intermédiaire qui permet de déduire la présence du zéro sur l'écriture décimale. Cependant, cette pratique fait que ces écritures intermédiaires, prétendues aider le passage à l'écriture décimale, peuvent se montrer moins parlantes que l'écriture du départ, comment l'on peut voir sur l'exemple «$\frac{6085}{1000} = 6 + \frac{8}{100} + \frac{5}{1000} = 6{,}085$».

L'analyse institutionnelle et l'analyse épistémologique m'ont conduit à poser la question sur l'intérêt didactique d'incorporer dans les pratiques ostensives (Matheron et Salin, 2022) les fractions « zéros iemès » comme support d'aide aux élèves en difficultés en vue d'une réduction ostensive plus progressive. Des pré-expérimentations avec des élèves du début du cycle 3 me permettent d'apporter quelques éléments des réponses.

Mots clés : Valence sémiotique ; valence instrumentale ; réduction ostensive ; écriture décimale ; nombres décimaux

Références

Bosch, M., & Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. Recherches En Didactique Des Mathématiques, 19(1), 77–124.

Matheron, Y., Salin M-H. (2002) Les pratiques ostensives comme travail de construction d'une mémoire officielle de la classe dans l'action enseignante. In: Revue française de pédagogie, volume 141, 2002. Vers une didactique comparée. pp. 57-66;

Tempier F. (2016) Composer et décomposer un révélateur de la compréhension de la numération chez les élèves, Grand N , 98 , 67-90.

ETUDE DES RELATIONS ENTRE ENSEIGNEMENT ET APPRENTISSAGE DE L'ORDRE DES DÉCIMAUX EN CM2

Michella KIWAN-ZACKA LDAR
Frédérick TEMPIER, LDAR

Cette recherche en cours interroge les liens entre l'enseignement et l'apprentissage des nombres décimaux en classe de CM2. Nous avons choisi de nous centrer sur l'aspect ordinal des décimaux (comparaison, intercalation, encadrement, ...) afin de comprendre, ce qui dans l'enseignement de l'ordre des décimaux, pourrait influer sur les apprentissages des élèves. Des recherches ont montré, notamment pour la comparaison des décimaux, que certaines difficultés d'apprentissage des élèves sont liées à différentes conceptions erronées (par exemple Comiti & Neyret, 1979) dont certaines pourraient être dépassées en s'appuyant sur des aides adaptées (Roditi, 2007). En CM2, plusieurs savoirs sur la signification de l'écriture décimale ont été introduits. La séquence sur l'ordre des décimaux est généralement un moment de la progression où ces savoirs peuvent être réinvestis au service de la compréhension de la comparaison, de l'intercalation, etc.
Pour étudier les pratiques d'enseignement, nous nous appuyons sur la double approche didactique et ergonomique (Robert et Rogalski, 2002). D'une part nous analysons les tâches effectivement proposées aux élèves en nous intéressant au niveau de mise en fonctionnement des connaissances en jeu. D'autre part, nous étudions la gestion des interactions entre le professeur et les élèves en classe, interactions portant sur le contenu mathématique. L'objectif étant d'identifier ce qui, dans les différences observées entre plusieurs enseignants, influe sur les apprentissages des élèves (Kiwan-Zacka et Roditi, 2022). Pour notre étude, nous avons pour le moment observé seulement deux enseignantes lors de la mise en œuvre de leur séquence sur l'ordre des décimaux et fait réaliser trois tests à leurs élèves (avant/après la séquence et en fin d'année). Les « apprentissages » des élèves sont ici considérés comme l'évolution des acquis au fur et à mesure des trois tests.
Le travail en cours vise à affiner nos outils méthodologiques à partir de l'analyse des pratiques observées de ces deux enseignantes afin d'étendre notre expérimentation à un plus grand nombre d'enseignants par la suite et mettre en relation les pratiques d'enseignement de l'ordre des décimaux et les apprentissages des élèves.

Mots clés : décimaux, ordre, pratiques, apprentissage, enseignement

Références

Comiti C. & Neyret R. (1979), À propos des problèmes rencontrés lors de l'enseignement des décimaux en classe de cours moyen, Grand N, 18, 5-20.

Kiwan-Zacka, M., & Roditi, E. (2022). Étude des liens entre pratiques d'enseignement et apprentissages : le cas des expressions algébriques dans le contexte scolaire libanais. Recherches en Didactique Des Mathématiques, 42(2), 193-239.

Robert A. & Rogalski J. (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 2.4, 505-528.

Roditi, E. (2007). La comparaison des nombres décimaux, conception et expérimentation d'une aide aux élèves en difficulté. Annales de didactique et de sciences cognitives, 12, 55-81.

DIFFICULTÉS DES ENSEIGNANTS EN FORMATION INITIALE AVEC LA REPRÉSENTATION SÉMIOTIQUE DE LA DROITE DES NOMBRES DÉCIMAUX

Macarena Flores González, LDAR, CY Cergy Paris Université
Elann Lesnes, CREAD, Université de Brest

La droite des nombres est une représentation sémiotique (Adjiage & Pluvinage, 2000 ; Teppo & Van den Heuvel-Panhuizen, 2014) utilisée comme un outil pour représenter les nombres (entiers, décimaux, rationnels, réels) de l'école primaire à l'université. Pourtant, cette droite peut être considérée comme un obstacle épistémologique (Lemonidis & Gkolfos, 2020 ; Skoumpourdi, 2010). La droite graduée des nombres rationnels et décimaux étant présente dans les programmes scolaire des cycles 3 et 4, nous nous sommes intéressés aux difficultés des enseignant·e·s en formation initiale lorsqu'ils et elles construisent cette droite pour représenter des nombres décimaux donnés. À partir d'une méthode d'analyse qualitative, nous avons analysé les productions de 103 enseignant·e·s en formation initiale (77 en master MEEF 1er degré, 26 en master MEEF 2nd degré) répondant à la consigne suivante : placer sur une droite graduée les nombres suivants : 1/2 ; 1,51 ; 0,155 ; 1,5 ; 1,05. Nous avons alors identifié des catégories de difficultés liées aux nombres décimaux en général, en particulier la
conversion en écriture décimale de 1/2, et des difficultés liées à la représentation sémiotique sur la droite graduée : le rangement des nombres donnés sans tenir compte de leur différence en termes de grandeur ; la définition d'une unité de longueur pour positionner les nombres sur la droite ; les représentations des différences entre dixièmes et centièmes par la longueur des segments. Nous soutenons que ces difficultés ne sont pas anodines et que les enseignant·e·s en formation initiale ont besoin d'avoir une formation spécifique sur cette représentation sémiotique pour comprendre ses enjeux.

Mots clés : nombres décimaux, droite graduée, formation des enseignants

Références

Adjiage, R., & Pluvinage, F. (2000). Un registre géométrique unidimensionnel pour l'expression des rationnels. R*echerches en Didactique des Mathématiques, 20*(1), 41– 88.

Lemonidis, H. E., & Golfos, A. C. (2020). Number line in the history and the education of mathematics. *Inovacije u nastavi-časopis za savremenu nastavu, 33*(1), 36–56. https://doi.org/10.5937/inovacije2001036L

Skoumpourdi, C. (2010). The number line: an auxiliary means or an obstacle? *International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 270.*

Teppo, A. & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Visual representations as objects of analysis: the number line as an example. *ZDM – Mathematics Education, 46*(1), 45–58. https://doi.org/10.1007/s11858-013-0518-2

salle RANCH

ENSEIGNEMENT ET DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL AUTOUR DU CONCEPT CHERCHER-PROUVER AUX CYCLES 1, 2, 3, 4... : PREMIERS RÉSULTATS ISSUS D'UN LÉA

Michèle Gandit, Université Grenoble Alpes

Cette communication est relative au développement professionnel d'enseignants, impliqués dans une recherche collaborative, qui couvre la période 2018-2023, en partenariat avec l'IREM de Grenoble, l'Institut Fourier, l'Erté *Math à Modeler* (Université Grenoble Alpes), l'Académie de Grenoble et l'IFé. Cette recherche englobe le travail dans le LéA
« Réseau de l'école à l'université – Grenoble et Annecy », qui a débuté à la rentrée 2021, et, en amont, un projet de recherche-action-formation, initié en 2018, dans le cadre d'une convention de partenariat scientifique entre la Direction des Services Départementaux de l'Éducation Nationale de Haute-Savoie et l'IREM de Grenoble, pour répondre à une demande d'enseignants de cycles 2 et 3. Comme son nom l'indique, le périmètre d'action du LéA s'étend sur plusieurs niveaux d'enseignement, mais la communication concernera particulièrement les cycles 1, 2, 3, 4, ainsi que la classe de 2nde.
Nous présenterons comment la demande des enseignants, formulée en 2018, a évolué d'un questionnement relatif aux élèves en mathématiques vers une interrogation sur leurs propres pratiques, donnant naissance à un LéA (Lieu d'Education Associé), l'action de recherche s'est intitulée
« Enseigner la preuve en mathématiques pour former le citoyen au raisonnement, à l'autonomie et au débat scientifique ». Les deux questions plus particulièrement travaillées sont les suivantes : 1) Est-il possible, grâce à une progression dans l'enchaînement de situations de recherche (Grenier & Payan, 2002 ; Gandit & *al*., 2011) – et de problèmes s'en approchant – d'amener les enseignants à une « pratique adéquate », favorisant l'autonomie, la responsabilité scientifique des élèves et le débat scientifique (Legrand, 1993) ? 2) Quels bénéfices en retirent les élèves en termes d'apprentissages et d'attitudes ?
Après la présentation d'un modèle de conceptions permettant de penser l'action de recherche, nous présenterons et illustrerons les outils co- construits par l'équipe de recherche et les enseignants.

Mots clés : Chercher-prouver – Développement professionnel – Débat scientifique – Raisonnement – Résolution de problèmes

Références

Gandit, M., Giroud, N. & Godot, K. (2011). Les situations de recherche en classe : un modèle pour travailler la démarche scientifique en mathématiques. Dans M. Grangeat (dir.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (38 – 51). Lyon : École Normale Supérieure.

Grenier, D. & Payan, C. (2002). Situations de recherche en classe : essais de caractérisation et proposition de modélisation. Dans V. Durand-Guerrier & C. Tisseron (dir.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (189 – 204). Paris : IREM Paris 7 et ARDM.

Legrand, M. (1993). Débat scientifique en cours de mathématiques et spécificité de l'analyse. *Repères IREM, 10,* 123 – 159.

Lepareur, C., Gandit, M., Grangeat, M. (2018). *Evaluation formative et démarche d'investigation en mathématiques : une étude de cas*. Education et Didactique, 11-3. URL : http://journals.openedition.org/educationdidactique/2857 ; DOI : 10.4000/educationdidactique.2857

Sackur, C., Assude, T., Maurel, M., Drouhard, J.-P. & Paquelier, Y. (2005). L'expérience de la nécessité épistémique. *Recherches en didactique des mathématiques*, *25(1)*, 57-90.

ÉTUDE D'UN DISPOSITIF COLLECTIF – DÉVELOPPEMENT PROFESSIONNEL SUR LE PLAN DIDACTIQUE DES ENSEIGNANTS.

Frédéric DESCAMPS, Lirdef

La thèse de doctorat sur laquelle nous travaillons questionne « Dans quelle mesure un dispositif collectif implanté dans un établissement scolaire peut-il être porteur de développement professionnel sur le plan didactique chez les enseignants ?». Le dispositif en question, s'inspirant des lesson studies (LS) japonaises, a été adapté pour s'insérer dans un autre dispositif plus général de type « laboratoire de mathématiques » (rapport Villani-Torossian, 2018) d'un établissement scolaire du secondaire. Le dispositif réunit quatre personnes : le doctorant-chercheur qui y joue un rôle de facilitateur et trois enseignants qui ont en charge des classes de troisième dans un lycée français à l'étranger et dont les profils sont différents : l'un est docteur en didactique des mathématiques, le second est agrégé, le troisième est professeur des écoles. Le choix s'est porté sur la notion de fonction affine en classe de 3ème. Nous aborderons les choix qui ont conduit à des adaptations du dispositif LS, et les éléments que nous avons conservés du modèle initial au regard de trois hypothèses fortes : un dispositif de formation qui « part » des pratiques quotidiennes des enseignants engagés, dans lequel interviennent des apports issus de la recherche en didactique des mathématiques (Grau, 2022), et enfin qui se déroule sur un temps long, avec mise en œuvre et observation « de » et « par » tous. Au regard de la spécificité du dispositif (dépourvu de formateur et de collaboration avec un chercheur), nous questionnerons « Quelles sont les conditions qui peuvent faire naître et faire évoluer une certaine problématisation conjointe ? (Chesnais, A., Constantin, C. et Leblanc, S., à paraître) », conjointe entre tous ces

profils divers, et « Comment étudier l'articulation des processus entre le collectif, le dispositif et chacun des enseignants et en quoi cela a-t-il contribué à l'enrichissement des pratiques ? ». Nous appréhendons le développement professionnel à la fois comme un enrichissement des pratiques susceptibles d'avoir un effet relativement direct sur les apprentissages mais également en le voyant comme un apprentissage par l'expérience en relation avec des questions qui ont été jugées pertinentes par l'enseignant. Ainsi, notre travail de recherche s'appuie sur les cadres théoriques premièrement de la double approche didactique et ergonomique des pratiques d'enseignement des mathématiques (Robert & Rogalski, 2002 ; Vandebrouck, 2008 ; Chesnais, 2018), et également sur une certaine théorie de l'activité (Theureau, 2015).
Nous présenterons donc des éléments du cadre théorique de notre travail, mais également des éléments de méthodologie (analyse a priori des scénarios puis des déroulements, avant et après le dispositif, analyse de l'activité des enseignants lors des séances collectives et analyse des discours). Figureront aussi les premiers résultats de nos analyses qui visent à interroger quels éléments cruciaux d'un point de vue didactique sur la notion ont été travaillés et quel enrichissement des scenarios peut-on observer ; comment a pu se produire une certaine diffusion des résultats issus de la recherche en didactique des mathématiques sur la question ?

Mots clés : développement professionnel, ZPDP, proximités, collectif, fonctions affines.

Références

Chesnais, A., Constantin, C. et Leblanc, S. (à paraître) - Étudier le développement professionnel d'enseignants accompagnés par des didacticiens au sein de dispositifs collaboratifs : regards croisés en didactique et en analyse de l'activité.

Grau, S. (2022). Enseigner les fonctions affines. Le point de vue de la covariation.
Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *2*(4), 505-528.

Theureau, J. (2015). Le cours d'action : L'enaction & l'expérience. Toulouse: Octarès.

Vandebrouck Fabrice (2008). La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants. Toulouse : Octarès.

LE JEU DU FORMATEUR SUR LE MILIEU ET LE CONTRAT DIDACTIQUE DANS DES LESSON STUDIES EN FORMATION INITIALE

Sara PRESUTTI, HEP Vaud, Université de Genève

Au cours des deux dernières décennies, le développement professionnel des enseignants dans des contextes collaboratifs a fait l'objet d'un intérêt croissant en didactique des mathématiques. L'un de ces contextes est le lesson study (LS). Pratiqué au Japon depuis la fin du 19e siècle, ce dispositif de développement professionnel n'a été popularisé au niveau international qu'à partir des années 2000 (Lewis & Hurd, 2011). Dès lors, les LS ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches dans les contextes de la formation continue et, plus récemment, de la formation initiale des enseignants.

En ce qui concerne la formation initiale, la littérature fait état de plusieurs résultats prometteurs. Ainsi, les LS peuvent aider les étudiants à créer des liens entre la théorie et la pratique, et à acquérir des connaissances de et pour l'enseignement (Ni Shuilleabhain & Bjuland, 2019). Cependant, les contraintes, notamment institutionnelles, auxquelles les LS sont soumises dans ce cadre, impliquent des défis supplémentaires pour leur implémentation. Certaines recherches montrent des risques de simplification excessive du dispositif et de perte de ses éléments fondamentaux (Ponte, 2017). De même, le déséquilibre d'expérience et de pouvoir entre les étudiants et les formateurs peut entraîner des difficultés dans l'établissement de relations véritablement collaboratives au sein du groupe (Ponte, 2017). En effet, lorsqu'il s'agit de faciliter des LS en formation initiale, le rôle du formateur est particulièrement délicat. Il doit être à la fois animateur, expert, praticien-chercheur, formateur, enseignant. Nous faisons l'hypothèse que ces rôles, négociés avec les membres du groupe de manière explicite mais surtout implicite (Clivaz & Clerc-Georgy, 2020), modifient la facette sociale et épistémologique du contrat didactique (au sens d'Hersant, 2014). Ainsi, jongler entre ces différents rôles peut également être un atout pour promouvoir l'activité didactique des étudiants et permettre l'avancée du temps didactique.

Dans notre travail de thèse, nous nous intéressons aux conditions qui caractérisent les aménagements et la pertinence d'un dispositif de type LS dans la formation initiale. Pour cette communication, nous nous focalisons en particulier sur les leviers didactiques à disposition du formateur dans un tel dispositif. Nous présentons différents types de jeu du formateur sur le milieu et le contrat didactique, notamment en lien avec la variation de son rôle dans une étude de cas s'étant déroulée dans le canton de Vaud (Suisse) avec cinq futurs enseignants du secondaire. Nous soulignons également les tensions et les paradoxes que cela peut entrainer et les implications pour la formation.

Mots clés : Lesson study ; facilitateur ; contrat didactique ; milieu ; formation initiale

Références

Clivaz, S. & Clerc-Georgy, A. (2020). Facilitators' roles in lesson study: from leading the group to doing with the group. In A. Murata & C. Lee (Eds.), Stepping up Lesson Study: An educator's guide to deeper learning (pp. 86–93). Routledge.

Hersant, M. (2014). Facette épistemologique et facette sociale du contrat didactique : une distinction pour mieux caractériser la relation contrat milieu, l'action de l'enseignant et l'activité potentielle des élèves. Recherches en didactique des mathématiques, 34(1), 9–31. https://revue-rdm.com/2014/facette-epistemologique-et-facette/

Lewis, C. & Hurd, J. (2011). Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction. Heinemann.

Ni Shuilleabhain, A. & Bjuland, R. (2019). Incorporating lesson study in ITE: organisational structures to support student teacher learning. Journal of Education for Teaching, 45(4), 434–445. https://doi.org/10.1080/02607476.2019.1639262

Ponte, J. P. (2017). Lesson studies in initial mathematics teacher education. International Journal for Lesson and Learning Studies, 6(2), 169–181. https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2016-0021

Session 3 – samedi 21/10 – 15h à 17h

Salle POLYVALENTE
Carine SORT
Fabien EMPRIN et Jacques DOUAIRE
Inen AKROUTI

UN ROBOT PÉDAGOGIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE AU CYCLE 1, LE BLUE-BOT.

Carine SORT, Lab-e3d.

Notre recherche, conduite dans le cadre d'une thèse en didactique des mathématiques cible l'utilisation du robot pédagogique Blue-bot en classe de maternelle. Certaines expérimentations antérieures pour un public de très jeunes enfants (Komis & Misirli, 2013 ; Temperman & al., 2019) ont permis d'apprécier des enjeux forts sur la « programmation » et les savoirs informatiques mais aussi sur des savoirs spatiaux (notamment en ce qui concerne des tâches de déplacement réel ou codé sur un quadrillage). Les connaissances spatiales (repérage, vocabulaire) peuvent être considérées comme toutes les connaissances permettant à un sujet, un contrôle convenable de ses relations à un espace sensible, comprenant (entre autres) le déplacement, le repérage ou la communication de position d'objets (Berthelot et Salin, 2000, p.38). Elles sont ainsi travaillées notamment pour permettre aux élèves de modéliser l'espace (Verjat, 1994) au sein duquel se déplace le Blue-bot. Ces situations d'enseignement et d'apprentissage permettent également la construction de concepts préliminaires de programmation tels que : l'extériorisation du modèle (verbal), la représentation iconique du modèle (cartes) et les gestions des différentes commandes liées au déplacement du Blue-bot (Komis & Misirli, 2013). Notre corpus a été constitué suite à notre participation à un déploiement d'un robot pédagogique Blue-Bot et de ressources liées à cet artefact aux cycles 1 et 2, en Grande Section de maternelle et en CP de 2017-2020. Nous avons organisé un suivi particulier sur chaque année avec une formation technique en classes de GS et de CP avec 5 enseignantes sur 3 années. Mais aussi nous avons suivi des enseignants ponctuellement sur une année. Les ressources utilisées ont été co-construites avec les enseignantes et collaboratrices sur la base de ressources préexistantes sur l'introduction du Blue-Bot en classe. Nous avons analysé des études de cas en analysant les extraits de vidéo, les transcriptions et les vidéogrammes qui ont été construits lors de l'étude. Nous repositionnons ces connaissances à la fois informatique et spatiale au regard de ressources qui relèvent de l'oralité (car elles sont avant tout « corporelles ») ou de la littératie (car elles sont typiques de l'écrit ou de son usage) (Laparra et Margolinas, 2016) autour des robots de plancher. Nos résultats permettent d'illustrer le fait que les élèves construisent spontanément des gestes que nous qualifions d'intermédiaires au regard de ce qu'ils semblent permettre un continuum entre oralité et littératie décrit dans les travaux de Laparra et Margolinas (2016). Nous souhaitons présenter ce qui nous semble marquer un passage entre oralité (les ressources étant corporelles liées à la main ou doigt de l'élève) et littératie (projection d'un déplacement à coder à l'écrit dans les savoirs spatiaux visés) pour s'approprier de nouvelles connaissances spatiales liées au repérage allocentré qui devient nécessaire pour anticiper le déplacement du Blue-bot. Ces intermédiaires présents de manière récurrente dans nos observations s'avèrent évolutifs suivant les milieux des situations didactiques et les difficultés ressenties par les élèves. Ils constituent aussi possiblement des leviers pour passer d'un codage « pas à pas » à un codage plus séquentiel. Ce travail de recherche vise précisément à approfondir les conditions des apprentissages à la fois informatiques et spatiaux qui interagissent fortement dans les situations observées d'enseignement et d'apprentissage avec le Blue-Bot.

Mots clés : langage, oralité, littératie, Blue-bot, espace

Références

Berthelot, R. et Salin, M.H. (2000), L'enseignement de l'espace à l'école primaire. Grand N n° 65, pp. 37 – 59.

Komis, V. et Misirli, A. (2013) Étude des processus de construction d'algorithmes et de programmes par les petits enfants à l'aide de jouets programmables. In : Drot-Delange, B. ; Baron, G-L. & Bruillard, E. Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif, 2013, Clermont-Ferrand, France.

Lapparra M. et Margolinas, C. (2016) Les premiers apprentissages scolaires à la loupe : Des liens entre énumération, oralité et littératie. De Boeck, pp.175, Le point sur... Pédagogie, 978-2-8041-9527-4.

Temperman, G., Durant, C. et De Lièvre, B. (2019) Programmer pour s'orienter, s'orienter pour programmer... Review of science, mathematics and ICT education, 13(1), pp.73-92.

Verjat I. (1994) Confrontation de deux approches de la localisation spatiale. In : L'année psychologique, vol. 94, n°3. pp. 403-423.

COMMENT PERMETTRE AUX ENSEIGNANTS DE GRANDE SECTION DE PRENDRE EN COMPTE LES CONNAISSANCES NUMÉRIQUES DES ÉLÈVES ?

Fabien Emprin, INSPé de l'académie de Reims, *Université de Reims Champagne Ardenne (URCA)*, Centre d'Étude et de Recherche sur les Emplois et la Professionnalisation - EA 4692 (CEREP), Institut de Recherche sur l'enseigment des Mathématiques de REIMS

Jacques Douaire

De nombreux travaux en didactique des mathématiques analysent les composantes des apprentissages numériques des élèves de l'École Maternelle notamment en Grande Section. En particulier ils explicitent les fonctions des nombres, les moyens de les représenter ainsi que différents types de situations didactiques qui contribuent à leur acquisition.

La mise en œuvre des situations didactiques susceptibles de permettre aux élèves d'acquérir les notions et méthodes visées suppose non seulement que les enseignants connaissant les différentes composantes du savoir mathématique et les variables didactiques des situations mais aussi qu'ils puissent analyser les connaissances (procédures, propriétés et théorèmes en acte, systèmes de représentation symboliques, ...) dont disposent réellement leurs élèves ainsi que leur évolution tout au long de l'année.

Mais des différences notables existent dans ces domaines : à un même moment de l'année, et pour un même champ numérique certains élèves ne peuvent mobiliser que la correspondance terme à terme entre des collections alors que d'autres recourent déjà à de résultats mémorisés
La construction des apprentissages suppose que les enseignants s'approprient les caractéristiques des différentes modalités d'apprentissage des élèves par exemple le rôle des problèmes ou des interactions langagières, notamment au cours du déroulement des situations mais surtoutqu'ils puissent faciliter l'évolution sur l'ensemble de l'année des procédures numériques de chaque élève (dénombrement, surcomptage, calcul...). L'enseignant est donc amené en premier lieu à identifier les connaissances réellement disponibles, pour adapter les variables des situations, repérer les évolutions pendant le déroulement de la situation les élèves et aussi pour permettre aux élèves aux connaissances numériques les plus fragiles de les stabiliser en relation avec leurs pratiques quotidiennes dans de multiples activités

Cette communication abordera l'analyse de l'évolution des procédures et représentations sur le long terme, et donc le recours aux problèmes pour permettre un saut qualitatif des connaissances. Nous expliciterons aussi les décisions professionnelles que l'enseignant est amené à prendre dans la conduite des progressions.

Références

Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques. Grenoble : La Pensée sauvage.

Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Recherches en didactique des mathématiques, 7 (2), 5-32. ERMEL (2023). ERMEL GS Maternelle : Apprentissage des nombres et de la géométrie. Hatier.

Fayol, M. (1997). L'enfant et le nombre. Delachaux et Niestlé.

Fayol, M. (2018). L'acquisition du nombre. « Que sais-je ?», PUF.

LA NATURE DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES AU COURS DE LA MODÉLISATION MATHÉMATIQUE D'UN PHÉNOMÈNE PHYSIQUE : CAS DE L'INTÉGRALE

Inen Akrouti, Université de Jendouba (ISSHJ)

Dans le domaine de l'analyse, les définitions formelles des notions de limite, des nombres réels, de continuité, de dérivée et d'intégrale peuvent émerger des idées basées sur des notions informelles mais intuitivement claires (Akrouti, 2022). En plus, le recours à de tels types de connaissances nous amène à travailler en étroite collaboration avec le monde des expériences des étudiants, c'est-à-dire en se basant sur leurs connaissances intuitives tels que des objets concrets, des métaphores, etc... Nous entendons par métaphore « le mécanisme par lequel un concept abstrait est interprété en termes d'objets réels » (Akrouti, 2022, p. 93). Moreno-Armella (2014) souligne que la définition formelle devrait se construire à partir de l'intuition des étudiants et ce, pour que ces derniers ne ressentent pas qu'elle est déconnectée de leurs expériences personnelles. Les interactions entre intuition et formalisation s'approfondissent au fur et à mesure que les connaissances des étudiants se développent (Akrouti, 2023). La définition formelle suppose théoriquement que tout le monde soit d'accord et uni sur un seul point de vue. Mais se contenter de cela, nous fait oublier que : les couples enseignant/étudiant et même étudiant/étudiant ne disposent des mêmes connaissances (Akrouti, 2022). Par ailleurs, pour comprendre les phénomènes physiques, les étudiants utilisent une forme de connaissance intuitive par le biais de leur interaction avec le monde réel. Ce sens intuitif pourrait s'appliquer directement quand il s'agit de résoudre un problème ; cependant, s'il ne s'applique pas correctement, il pourrait mettre les étudiants face à des conflits cognitifs qui se transforment par la suite en obstacles à la construction des connaissances formelles en physique et en mathématiques chaque fois que son application manque de rigueur.
Dans le cadre de ce travail, nous envisageons d'étudier les métaphores évoquées par les étudiants quand il s'agit des quantités différentielles mathématiques. Notre ambition est de répondre à la question du rôle de ces métaphores dans la conceptualisation du savoir visé. Pour aborder cette question, nous avons choisi de nous placer dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques (TSD) comme cadre théorique de référence. La TSD propose un modèle d'apprentissage à partir des situations adidactiques ou à potentialité adidactique, basé sur la structuration en niveaux du milieu (Margolinas, 1998 ; Bloch, 2000). Ces situations se caractérisent par un système de relations établies entre étudiants, enseignant et milieu mathématique, et adoptent un modèle d'apprentissage qui organise le travail des étudiants en trois phases : la phase d'action, la phase de formulation et la phase d'action. La TSD constitue également un cadre favorable à l'analyse des raisonnements produits par les étudiants dans le cadre des situations d'apprentissage réelles (Lalaude-Labayle, 2016). Bloch et Gibel (2011) se sont appuyés sur le modèle de structuration du milieu pour développer un modèle d'analyse des raisonnements. Gibel (2018) précise que c'est au niveau de l'articulation entre le milieu heuristique et le milieu de référence qu'apparaît et se développe le raisonnement attendu. Le modèle d'analyse des raisonnements a été enrichi par Lalaude-Labayle (2016) au niveau de l'enseignement supérieur dans le cadre de l'algèbre linéaire. Le modèle

initial de Bloch et Gibel (2011) constitue le socle de celui proposé par Lalaude-Labayle pour l'analyse des raisonnements au niveau du supérieur, auquel est ajoutée une quatrième ligne qui prend en considération les types de raisonnements. Ce nouveau socle suppose conformément à la considération de Peirce, que tout raisonnement prend nécessairement l'une des formes suivantes : abduction, induction et déduction. Pour mettre en œuvre le passage du raisonnement intuitif au raisonnement formel, il est nécessaire d'adopter une approche didactique qui permet aux étudiants de donner un sens à leurs déclarations et aux preuves formelles sous-jacentes, en les reliant à d'autres types de discours qui peuvent activer le côté intuitif et le raisonnement personnel à un niveau donné. Selon Lecorre (2016), trois types de rationalités sont nécessaires pour comprendre le processus d'apprentissage des étudiants d'un concept mathématique : la rationalité pragmatique où la validation s'impose sous forme de vérification concrète, la rationalité empirique où la validation se fait par induction et la rationalité théorique où la validation s'obtient par des preuves sous forme de démonstration.
Pour répondre à la question que nous nous sommes posées, nous avons proposé, en février 2020, une situation, à un groupe d'étudiants (19 / 20 ans), qui consiste à chercher la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par un barreau de longueur défini sur une masse ponctuelle située dans son prolongement à une distance donnée. Dans cette expérimentation, nous nous sommes adressés à dix-huit étudiants inscrits en première année préparatoire de filière Maths-physique (MP) à l'IPEIT (Institut National Préparatoire aux Ecoles d'Ingénieures de Tunis). La situation a été organisée en trois phases : une phase de découverte de la structure produit, une phase de la décomposition additive du problème et une phase de
passage à la limite. Le déroulement de l'expérimentation a été organisé en une seule séance de deux heures et demie et a été enregistré sur dictaphone, puis retranscrit.
Mots clés : Modélisation mathématique, point matériel, différentiel, intégrale, phénomène physique

Références

Akrouti, I. (2022). La situation du barreau : une alternative possible l'enseignement de l'intégrale à l'entrée à l'université. La revue québécoise de didactique des mathématiques, Numéro thématique, vol. 1, n°1, p. 72– 110.

Bloch, I. (2000). L'enseignement de l'analyse à la charnière lycée/université. [Thèse, Université Bordeaux I].

BLOCH, I., & GIBEL, P. (2011). Un modèle d'analyse des raisonnements dans les situations didactiques : Étude des niveaux de preuves dans une situation d'enseignement de la notion de limite. Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 31, n° 2, p. 191-228.

Margolinas, C. (1998). Étude de situations didactiques ordinaires à l'aide du concept de milieu : détermination d'une situation du professeur. Actes de la 8ème Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques.

Moreno-Armella, L. (2014). An essential tension in mathematics education. ZDM Mathematics Education, vol. 46, p. 621– 633.