USAGES D'OUTILS DE QUESTIONNEMENT EN FORMATION MATHEMATIQUE DE FUTURS ENSEIGNANTS DU PREMIER DEGRE

Jean-François Bergeaut, Christophe Billy, Pierre Danos, Cédric Fruchon

ÉSPÉ Toulouse Midi-Pyrénées, Université Toulouse 2 Jean Jaurès

Désireux de questionner nos étudiants de Master MEEF (Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la Formation) sur les mathématiques pour et à enseigner (COPIRELEM, 2018), nous avons commencé à introduire dans nos travaux dirigés des outils de questionnement (boîtiers de vote, application elaastic) motivant un apprentissage par les pairs (Mazur, 1997). Après une présentation des dispositifs employés, nous avons proposé de travailler dans l'atelier sur la recherche de questions permettant, en s'inspirant des catégories de Loewenberg Ball, Hoover Thames et Phelps (2008), d'enrichir les connaissances mathématiques pour et à enseigner. Les participants ont également été sollicités pour envisager comment l'usage accompagné de tels dispositifs par des enseignants novices pourrait être un levier pour accélérer leur développement professionnel.

CONTEXTE

L'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation Toulouse Midi-Pyrénées (devenue depuis Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation Toulouse Occitanie-Pyrénées) est implantée dans chacun des huit départements de la Région Midi-Pyrénées. Ses activités de formation initiale, continue et continuée sont ainsi dispensées sur tout le territoire de l'Académie.

En formation initiale, l'équipe académique des formateurs de mathématiques conçoit des contenus de TD communs qui sont de la sorte proposés à l'ensemble des étudiants.

Lors du printemps 2015, Jean-François Parmentier, Ingénieur de recherche en pédagogie à l'Université Paul Sabatier de Toulouse, présente à l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) l'utilisation des boîtiers de vote en cours en amphithéâtre avec environ 200 étudiants. Au-delà de l'outil, deux concepts clés émergent : celui de *peer learning* (Mazur, 1997) ou apprentissage par les pairs et celui de questions-clés lié aux *misconceptions* ou conceptions erronées en mathématiques.

À la rentrée 2015, l'équipe décide d'introduire ces outils de questionnement dans ses TD de Master 1 (M1). À la rentrée 2018, ils sont mis en lien avec la nature de notre évaluation d'une UE de didactique des mathématiques en Master 2 (M2) sous forme de QCM.

Un budget de la mention 1er degré a permis à l'ensemble des sites de s'équiper d'une mallette de boitiers de vote Turning Point ® (une trentaine de boitiers, une clé de réception et un boitier de commande).

ATELIER PHASE 1

Questionnement

Dans l'atelier, les participants ont été répartis en groupes pour favoriser les interactions entre pairs. Afin de présenter le dispositif, nous les sollicitons pour répondre à une première question :

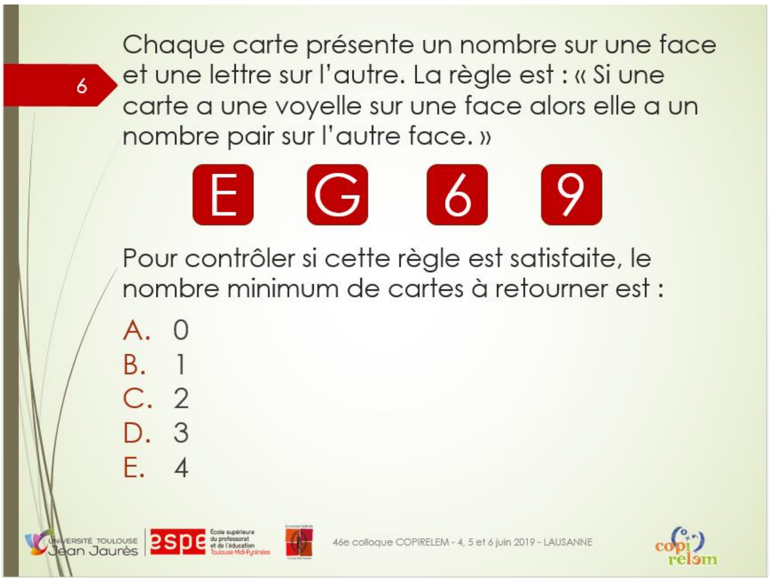


Fig. 1 : Première question

L'organisation du questionnement reprend celle adoptée dans les TD et illustrée lors de l'atelier par la projection d'un extrait vidéo.

ÉTAPE 1 : RECHERCHE INDIVIDUELLE ET PREMIER VOTE

Elle vise à forcer chaque participant à s'engager dans la recherche d'une réponse afin de se prononcer sur la question posée. Wang, Chung et Yang (2014) indiquent, et nous l'avons noté dans nos TD, que la participation des étudiants approche les 100 %. Cela est dû en partie à l'anonymat des réponses, à la facilité d'utilisation du matériel et à la possibilité pour les étudiants de confronter statistiquement leur réponse à celles du groupe tout entier.

ÉTAPE 2 : PROJECTION DES RÉSULTATS DU VOTE

Les résultats obtenus conditionnent la suite des étapes. C'est bien l'absence de consensus qui provoque la nécessité de débattre des choix proposés et de confronter son point de vue à celui de ses pairs. C'est l'occasion d'évoquer le choix des questions et des réponses à soumettre. Pour certains auteurs, il en va de la pertinence même de l'utilisation des boîtiers de vote « More important than the technology, is the need to ask the right questions. Poorly structured questions or ones that do not focus on key concepts or reveal misunderstandings can undermine the value of clickers (Wang *et al.*, 2014, p 4)». Crouch et Mazur (2001) précisent que les réponses erronées doivent être plausibles et lorsque cela est possible basées sur des conceptions erronées des étudiants : « incorrect answer choices should be plausible, and, when possible, based on typical student misunderstandings » (p 974). Ils poursuivent en classant les questions suivant le pourcentage de bonnes réponses obtenu : si celui-ci se situe en deçà de 35 %, trop peu d'étudiants maîtrisent le concept en jeu et il est peu probable que la discussion soit fructueuse sans une intervention assez forte de l'enseignant ; si plus de 70 % d'étudiants répondent correctement alors il y a aussi peu de bénéfice à attendre de la discussion. C'est donc dans le cas d'un pourcentage de bonnes réponses compris entre 35 % et 70 % que l'intérêt de l'étape 3 est le plus manifeste.

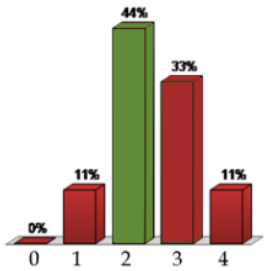


Fig. 2 : Etape 2

Pour cette première question, les résultats (Fig. 2) ont été particulièrement propices à une confrontation.

ÉTAPE 3 : CONFRONTATION ENTRE PAIRS

La discussion s'engage et chacun essaie de convaincre les membres de son groupe en développant son argumentation. Nous pensons, suivant Mazur (1997) ou Kay et LeSage (2009), que ces interactions entre pairs favorisent, lorsque dans le groupe la réponse correcte émerge et s'impose, la construction d'apprentissages.

ÉTAPE 4 : SECOND VOTE

On note (Fig. 3) une évolution des résultats illustrant les points évoqués dans l'étape 3.

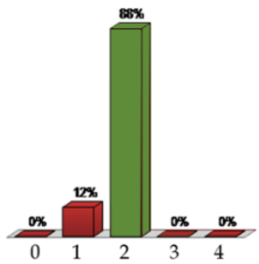


Fig. 3 : Etape 3

Les participants témoignent de leur ressenti sur l'ensemble du déroulé : le débat s'est installé dans tous les groupes, l'argumentation a permis à chacun de confronter son point de vue à celui des autres membres et d'éventuellement le faire évoluer.

Dans l'atelier, des limites sont pointées sur cet exemple. En particulier, la possibilité de répondre juste sans avoir le bon raisonnement interroge le statut du QCM et sa construction, la place de l'argumentation, le choix des distracteurs de façon à ce qu'ils permettent de révéler des erreurs riches pour l'apprentissage en faisant émerger des conceptions erronées. On reviendra dans la deuxième partie sur des outils permettant d'analyser les questions que l'on soumet.

La deuxième question posée aux participants, extraite du Learning Mathematics for Teaching (LMT) Project[1], interroge cette fois-ci des choix du professeur. Cette étude, centrée autour des connaissances mathématiques nécessaires pour enseigner, nous semble fournir un type de questionnement intéressant à proposer en formation de futurs enseignants. Là encore, la confrontation entre pairs provoquée par le questionnement nous semble être un vecteur efficace dans la construction de compétences professionnelles.

[1] Learning Mathematics for Teaching Project (LMT). http://www.umich.edu/~lmtweb/history.html

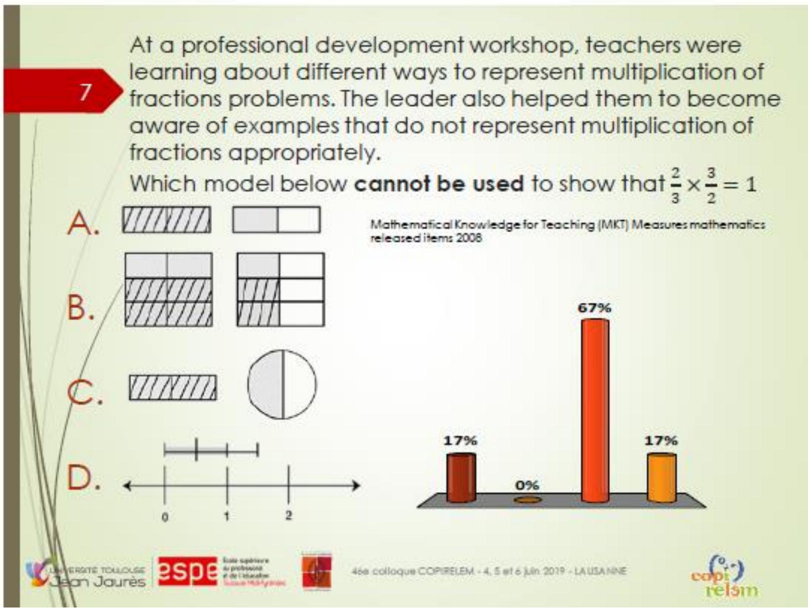


Fig. 4 : Deuxième question

Comme pour la question précédente, les deux premières étapes (recherche individuelle et vote) sont reconduites mais du fait du résultat du vote (Fig. 4), il n'en est pas proposé de second. La discussion s'anime cependant sur le choix des distracteurs, certains participants évoquent la difficulté à reconnaître la bonne représentation.

Premier bilan en lien avec des résultats de la recherche

À partir de cette première expérience vécue par les participants, nous mettons en exergue l'apprentissage par les pairs (Mazur, 1997) et le point de vue de Dehaene (2014) sur des facteurs déterminant la vitesse et les facilités d'apprentissage parmi lesquels l'engagement actif (importance de l'évaluation et de la métacognition) et le retour d'information (signaux d'erreurs, motivation et récompense). L'usage des boîtiers de vote nous offre, semble-t-il, l'opportunité d'agir sur ces deux facteurs, d'ordre essentiellement cognitifs.

Au-delà l'expérience vécue lors de l'atelier, nous présentons les bénéfices pointés par Thienpont (2010) citant Kay et LeSage (2009) au nombre desquels nous notons :

- Taux de présence élevé ;
- Attention, participation et engagement accrus durant le cours ;
- Interactions entre pairs ;
- Discussions entre pairs pour construire la connaissance (constructivisme pédagogique) ;
- Adaptation du cours par l'enseignant suivant les retours d'informations (contingent teaching) ;
- Meilleures performances aux examens ;
- Plus-value qualitative des savoirs acquis (meilleure compréhension) ;
- Retours d'informations (feedback) réguliers entre étudiants et professeur ;
- Évaluation formative ;
- Retours d'informations entre le groupe d'étudiants et un étudiant.

RETOUR SUR L'UTILISATION DES BOÎTIERS EN FORMATION, RÉSULTATS ET QUESTIONNEMENT

Choix initiaux dans nos TD

Les supports de TD conçus collectivement présentent toujours peu ou prou la même structure : deux parties « Exercices » et « Analyse didactique » précédées d'une partie nommée « Activités mentales ». C'est dans cette dernière que nous avons principalement choisi d'utiliser les boîtiers de vote. Au début de notre mise en œuvre de ce dispositif, les questions posées visaient à contrôler des connaissances de base, essentiellement en mathématiques, correspondant dans la classification de Loewenberg Ball *et al.* (2008) à la seule catégorie du CCK[2]. Nous développerons ce point dans la partie suivante. Un exemple de TD et une question à choix multiples issue de la partie « Activités mentales » sont fournis en annexe 1.

Les retours des étudiants

Désireux de connaître le point de vue de nos étudiants de M1 et M2 sur ces différents aspects, nous les avons interrogés sur l'utilisation des boîtiers en formation. Nous présentons, en annexe 2, les résultats obtenus sur près de 150 questionnaires complétés (étudiants des sites d'Albi, Auch et Toulouse). Nous retenons dans les grandes lignes les points suivants :

RESSENTI

L'attractivité et la projection dans une utilisation future en situation d'enseignement dominent largement.

ENRÔLEMENT

Nous retrouvons l'engagement accru des étudiants et l'impact du dispositif sur la nécessité d'argumenter ses choix.

APPRENTISSAGE

Nous n'avons pas mesuré l'effet réel du dispositif sur les apprentissages. Cependant, les étudiants semblent notamment en pointer l'efficacité dans la prise de conscience des erreurs et leur dépassement. Ce ressenti nécessiterait d'être confirmé par une étude permettant de distinguer le perçu du réel. Toutefois, ils nous encouragent à poursuivre l'utilisation, dans nos cours, de ce matériel et du dispositif associé.

ATELIER PHASE 2

Nous proposons ensuite aux participants de l'atelier d'élaborer par groupe une question dans un des domaines enseignés à l'école primaire.

Le travail sur les questions

Consigne : Vous préparez un TD pour des étudiants de M1 pour l'équipe de Toulouse (!) et pour cela vous devez proposer des QCM sur un des domaines de l'école. Chaque groupe choisit son domaine et doit produire trois questions sur la notion de son choix.

Pour rappel les thèmes du cycle 4 (de 11 à 15 ans) du programme de mathématiques de l'Éducation Nationale française sont :

- Thème A – Nombres et calculs
- Thème B – Organisation et gestion de données, fonctions
- Thème C – Grandeurs et mesures
- Thème D – Espace et géométrie

[2] CCK : Common Content Knowledge.

- Thème E – Algorithmique et programmation

Productions

Les trois groupes de l'atelier ont retenu chacun un thème et ont produit les questions suivantes :

THÈME A : NOMBRES ET CALCULS

Je suis un nombre. J'ai trois cent quarante-six dixièmes et 3 milliers. Qui suis-je ?

A. 300014610
B. 314,6
C. 3034,6 et 3034,600
D. 334,06
E. 3034,600
F. Je ne sais pas

THÈME D - ESPACE ET GÉOMÉTRIE

Parmi ces propositions, qu'est-ce qui vous paraît être moins prioritaire lorsque vous enseignez la géométrie ?

A. La précision des tracés
B. L'usage d'un vocabulaire adapté
C. La connaissance des propriétés
D. La justesse des constructions
E. Aucune de celles-ci : autres

THÈME C – GRANDEURS ET MESURES

La figure A est un rectangle, on « retire un carré à chaque coin » pour obtenir la figure B.

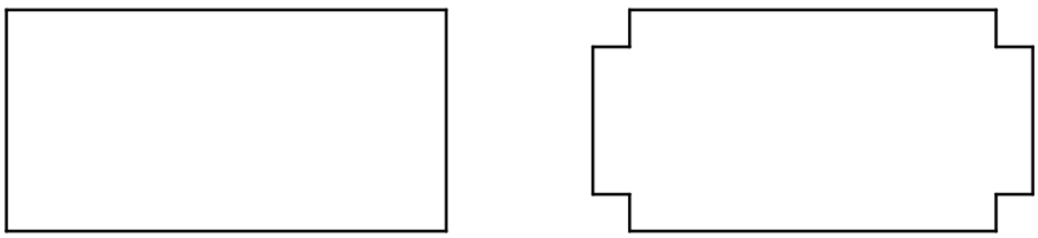


Fig. 5 : Figures A et B

Version 1

Voici plusieurs affirmations,	Parmi les affirmations ci-contre, laquelle est correcte ?
I. la figure A a une aire plus grande que la figure B II. la figure A a un périmètre plus grand que la figure B III. la figure A a une aire égale à la figure B IV. la figure A a un périmètre égal à la figure B V. la figure A a une aire plus petite que la figure B VI. la figure A a un périmètre plus petit que la figure B	A. I et II sont vraies B. I et IV sont vraies C. I et VI sont vraies D. III et II sont vraies E. III et IV sont vraies F. III et VI sont vraies G. V et II sont vraies H. V et IV sont vraies I. V et VI sont vraies

Version 2

Voici plusieurs affirmations,	Parmi les affirmations ci-contre, laquelle est correcte ?
I. la figure A a une aire plus grande que la figure B II. la figure A a une aire plus petite que la figure B III. la figure A a une aire égale à la figure B IV. la figure A a un périmètre plus grand que la figure B V. la figure A a un périmètre plus petit que la figure B VI. la figure A a un périmètre égal à la figure B	A. I et IV sont vraies B. I et V sont vraies C. I et VI sont vraies D. II et IV sont vraies E. II et V sont vraies F. II et VI sont vraies G. III et IV sont vraies H. III et V sont vraies I. III et VI sont vraies

Analyse des productions

ÉLABORATION DES QUESTIONS

Avant d'aller plus loin, les participants pointent la difficulté de penser les questions et peut-être encore davantage la proposition des distracteurs qui doivent rester plausibles et, idéalement, convoquer des représentations erronées fréquentes chez les formés.

Dans un groupe, une participante opte spontanément pour une question en géométrie qu'elle pose lors de ses séances avec des M2. Même si elle propose des réponses à choisir, la question reste toutefois très ouverte, elle permet en fait de révéler des conceptions initiales sur l'enseignement de la géométrie plane, pas nécessairement erronées. Un travail est donc nécessaire pour que cette question entre dans les contraintes du QCM, notamment avec la présence d'une réponse correcte. L'outil permet la mise en évidence de plusieurs réponses correctes mais une seule réponse de chaque votant est prise en compte avec les boitiers, la dernière qui a été saisie. La discussion pourrait alors s'engager sur la justification du choix de la réponse.

On retrouve ici les éléments évoqués par Wang, Chung et Yang (2014) d'une part et Crouch et Mazur (2001) d'autre part, que nous citons plus haut, concernant la réflexion à engager sur la conception des questions et des réponses à proposer lors de l'utilisation des boîtiers de vote.

Cette réflexion sur les questions est peu présente dans la littérature. Thienpont (2010) pointe que « les discours des chercheurs accordent tellement d'importance à l'interactivité et aux techniques de questionnement que nous regrettons le faible nombre de recherches se penchant sur l'étude des questions projetées » (p 11).

Nous présentons aux participants de l’atelier, une méthodologie proposée par Li (2007) mettant en évidence un cheminement possible de conception de questions pour un enseignant adoptant ce dispositif.

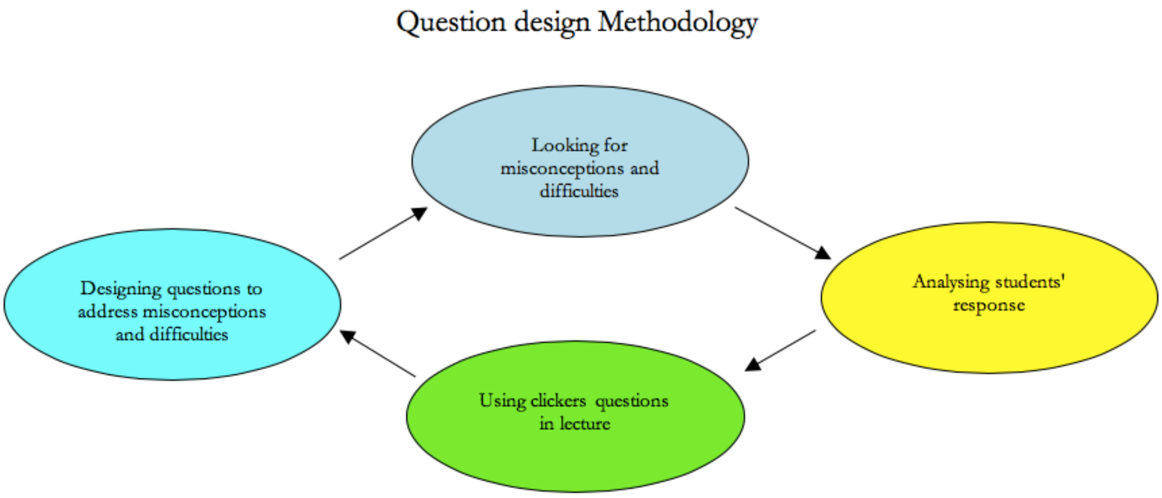
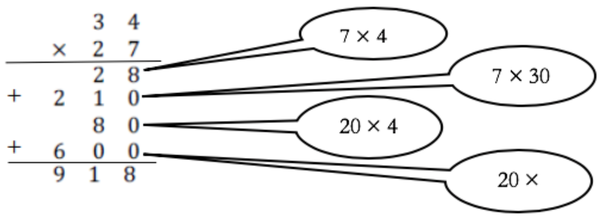


Fig. 6-a : Li (2007), p.69

OUTIL D’ANALYSE

Pour analyser la nature des questions produites, nous proposons la grille fournie en annexe 3. Élaborée par Hurrell (2013), elle fournit quelques exemples de questions illustrant l’appartenance des questionnements à tel ou tel domaine de connaissance au sens de Ball *et al.* (2008). Afin de s’approprier les différents domaines de connaissance élaborés par Ball *et al.* (2008), nous proposons, durant l’atelier, de l’illustrer sur l’exemple de la technique opératoire de la multiplication.

Dans l’enseignement de la technique opératoire de la multiplication de deux entiers, la première connaissance de l’enseignant mise en jeu est celle relative au niveau de l’école au cours duquel cette technique est rencontrée (CE2, élèves de 8-9 ans, s’agissant de la France). Cette connaissance est indéniablement curriculaire et relève donc du KCC (connaissances du programme et des moyens d'enseignement). Lorsqu’il propose à ses élèves un tel calcul et qu’il s’attache à vérifier leurs productions, un enseignant utilise ses connaissances des tables de multiplication (répertoire multiplicatif) et de la technique opératoire enjeu. Ce faisant, il mobilise des connaissances relevant du CCK (connaissances mathématiques communes). Pour expliquer aux élèves l’addition finale, l’enseignant s’appuie sur sa connaissance, *a minima* en-acte, de la propriété de distributivité de la multiplication par rapport à l’addition, connaissance appartenant au SCK (connaissances mathématiques spécifiques à l'enseignement). L’un des choix de l’enseignant relatifs à la progressivité de l’apprentissage de cette technique opératoire peut consister à proposer aux élèves d’écrire dans un premier temps sur une ligne distincte chaque produit partiel (voir l’exemple ci-dessous). La connaissance sur laquelle s’appuie ce choix relève du KCT (connaissances du contenu et l’enseignement du sujet mathématique). Enfin, les connaissances permettant à l’enseignant d’anticiper les erreurs des élèves telles que la confusion entre la technique opératoire visée avec d’autres techniques opératoires connues ou une gestion défectueuse des retenues s’apparentent au KCS (connaissances des élèves et de l’apprentissage du sujet mathématique).



Cette rapide analyse, inspirée de Deruaz et Clivaz (2018), montre les différents types de connaissances mises en œuvre par un enseignant au cours d'une phase classique d'enseignement.

CLASSEMENT D'UNE QUESTION PRÉCÉDENTE

Nous revenons sur la seconde question posée en début d'atelier (Fig. 6-b), non plus en attendant la réponse à la question posée mais en demandant la catégorie à laquelle elle appartient. L'interrogation engage rapidement un débat dans un groupe ; dans le dispositif utilisant les boitiers de vote, il est nécessaire de rappeler l'importance d'un choix préalable individuel avant toute discussion entre participants.

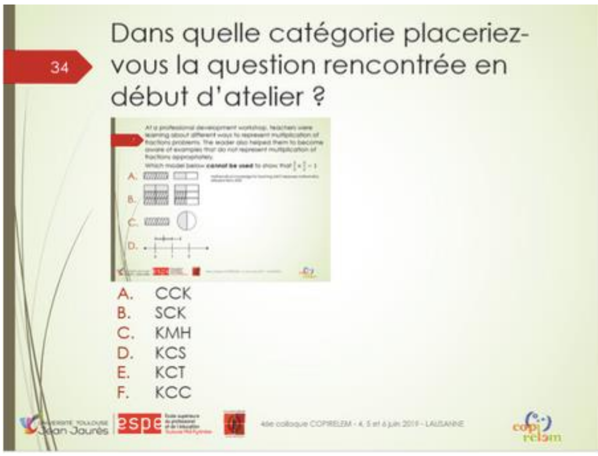


Fig. 6-b : Retour sur la deuxième question

Les résultats du premier vote sont extrêmement répartis (Fig. 7), un débat est convoqué dans chaque groupe puis un second vote est réalisé (Fig. 8).

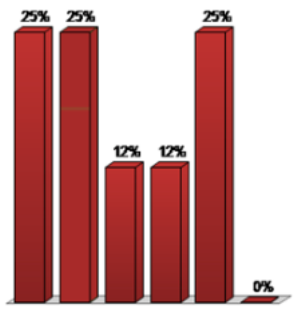


Fig. 7 : Premier vote

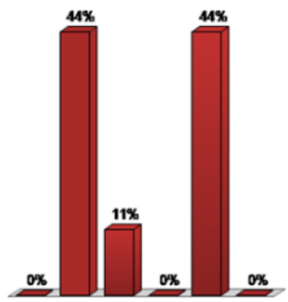


Fig. 8 : Second vote

Les deux exemples de capacité « Identifier ce qu'implique d'utiliser une représentation particulière ? » (SCK) et « Choisir des exemples pour permettre aux élèves d'approfondir les contenus mathématiques ? » (KCT) sont mis en regard dans la discussion d'un groupe qui finit par choisir la première classe.

Lors de la discussion en grand groupe, l'interprétation du classement dans KMH suscite un débat. Il est avancé que la justification peut se placer relativement au niveau de la classe dans laquelle la question est posée. Dans tous les cas, il ressort une certaine porosité des « domaines de connaissances pour enseigner les mathématiques ».

Nous illustrons sur cet exemple comment, à partir d'un même sujet de problème, le questionnement peut être double pour le formateur : d'une part, identifier lui-même la bonne réponse et être capable en formation de justifier que tel ou tel choix est pertinent et d'autre part, identifier le domaine dont il relève en termes de compétences professionnelles.

Analyse des questions des groupes

Nous reprenons alors les questions des participants pour les classifier. Pour les questions des thèmes A (nombre et calculs) et C (grandeurs et mesures), la classe est CCK. Par contre, pour le thème D (espace et géométrie), l'intention de recueillir les représentations de l'enseignement de la géométrie chez les futurs enseignants place la question dans la catégorie KCC si on considère que le futur enseignant pourrait trouver des éléments de réponse dans les programmes d'enseignement mais aussi dans KCT si la réponse s'appuyait sur des connaissances ouvragées (Vause, 2010).

Revenant ensuite sur les questions construites par l'équipe des formateurs de Toulouse, nous constatons, qu'à l'image de ce qui a été produit dans l'atelier, une majorité de questions figurent dans la classe CCK.

La quête de l'équipe est donc actuellement, d'une part, de diversifier les domaines interrogés au sens de Ball *et al.* (2008) et d'autre part de privilégier des questions interrogeant des conceptions erronées des étudiants tant sur des notions mathématiques que sur des notions didactiques. Nous nous inspirons des travaux du Learning Mathematics for Teaching Project qui propose des questions non seulement sur les mathématiques pour enseigner mais aussi à enseigner engageant les futurs enseignants dans une réelle posture professionnelle réflexive. Deux exemples sont fournis en annexe 4.

Conclusion et perspectives

Dans cet atelier, nous avons présenté un dispositif permettant de solliciter en temps réel un groupe de formés au cours de séances de mathématiques à l'aide de boitiers de vote électronique. Au-delà de l'outil, la réflexion porte sur l'élaboration des questions de type QCM : quel choix de questions mais aussi de distracteurs pour interroger les conceptions initiales des formés sur des concepts clés en mathématiques. La diversité des questions peut être assurée en ayant recours à la classification de Ball *et al.* (2008) qui se placent du point de vue de l'enseignant et des mathématiques convoquées dans l'élaboration de ses cours.

Des points restent à interroger :

- L'anonymat des réponses : une enquête au lycée tend à prouver que l'anonymat est important afin de favoriser les réponses sans crainte de se tromper. « L'idée de se soustraire au regard d'autrui est très présente pour les élèves qui préfèrent répondre de façon non-nominative. » (Faillet, Marquet et Rinaudo, 2013, p 20). Mais un élève de terminale annonce au cours d'un entretien : « Quand c'est anonyme, il y en a beaucoup qui répondent au hasard sans vraiment réfléchir, et donc, ça devient presque inutil*e* » (op. cit, p 21). En ce qui concerne l'expérimentation à l'ÉSPÉ Toulouse Midi-Pyrénées, un seul site fonctionne avec des boitiers attitrés. Au-delà de la réponse instantanée, un étudiant nous interroge sur le traitement *a posteriori* des informations recueillies si le vote est nominatif. Un autre étudiant dit préférer le vote anonyme qui peut éviter de s'abstenir de répondre. En situation, le traitement de la nature de la réponse de chacun n'est pas possible, on peut simplement porter un regard sur le fait que l'étudiant a répondu ou non (cela permet de le solliciter sur le moment) voire s'il a changé d'avis au cours de la phase d'interrogation. Dans l'absolu, le recueil numérique des réponses autoriserait un traitement individuel des étudiants. Dans les faits, nous n'avons pas exploité cette potentialité. On pourrait envisager que l'analyse des réponses produites puisse conduire à la constitution de groupes de besoin par exemple.
- La nature de la réponse. L'outil présenté est principalement dédié à une réponse fermée (type QCM, Vrai/Faux…). D'autres dispositifs permettent de poser des questions ouvertes, sur lesquelles le formé peut estimer son degré de certitude (Deruaz & Clivaz, 2012). Une application comme « elaastic » (http://questions.elaastic.com/) propose ces deux fonctionnalités et mérite d'être testée. L'avantage est de pouvoir ici non seulement fournir une réponse textuelle mais

également, dans une deuxième phase, de se prononcer sur les réponses formulées par des pairs. Outre la nécessité de passer par une étape d'inscription à cette plateforme, l'inconvénient de ce dispositif repose sur l'infrastructure matérielle nécessaire : le terminal individuel (smartphone ou ordinateur de l'étudiant, tablette fournie…) et le réseau qui doit supporter le nombre de connexions.

- L'intégration par des enseignants débutants d'un tel outil dans leur pratique de classe. Certains se sont lancés mais il est intéressant de noter que la nature des questions renvoie très souvent à la restitution de faits numériques. Il nous semblerait intéressant d'accompagner des enseignants débutants dans l'appropriation de l'outil à la lumière des éléments d'analyse fournis dans ce texte notamment. Malgré nos sollicitations, ce travail n'a été qu'amorcé au sein de notre ÉSPÉ.

BIBLIOGRAPHIE, WEBOGRAPHIE

Clivaz, S. (2011). *Des mathématiques pour enseigner : Analyse de l'influence des connaissances mathématiques d'enseignants vaudois sur leur enseignement des mathématiques à l'école primaire*, thèse de doctorat de l'Université de Genève. Doi: https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:17047

COPIRELEM (2018). *Quelles mathématiques pour une formation initiale des professeurs des écoles ?* ARPEME Repéré à http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1457

Crouch, C. H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics, 69*(9), 970-977. Doi https://doi.org/10.1119/1.1374249

Dehaene, S. (2014). *Fondements cognitifs des apprentissages scolaires.* Repéré à https://www.college-de-france.fr/media/stanislas-dehaene/UPL8196986955284719122_Cours_3_Fondements_cognitifs_des_apprentissages_scolaires.pdf

Deruaz, M. & Clivaz, S., (2018). *Des mathématiques pour enseigner à l'école primaire* (1re éd.). PPUR.

Deruaz M. & Clivaz S. (2012) Un cours de savoirs disciplinaires en mathématiques en formation des maîtres primaires. Dans J.-L., Dorier. & S. Coutat, (dir.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012* (GT1, 183-194). repéré à http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012

Faillet, V., Marquet, P. & Rinaudo, J.-L. (2013). L'élève invisible : Recherche sur l'utilisation des boitiers de vote au lycée. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 20*(1), 531-552. Doi: https://doi.org/10.3406/stice.2013.1082

Hurrell, D. (2013). What Teachers Need to Know to Teach Mathematics : An argument for a reconceptualised model. *Australian Journal of Teacher Education, 38*(11). Doi: https://doi.org/10.14221/ajte.2013v38n11.3

Kay, R. H., & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems : A review of the literature. *Computers & Education, 53*(3), 819-827. Doi: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.001

Li, P. (2007). *Creating and evaluating a new clicker methodology*. Ph.D. Thesis. The Ohio State University, 2007

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

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual.* Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

Thienpont, M. (2010). Recherches sur les Boîtiers de Votes Électroniques : Théories, contenus et méthodes. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 17*, 145-173.

Vause, A. (2010). Le processus de construction de la connaissance ouvragée des enseignants. *Les cahiers de Recherche en Éducation et Formation, 82*.

Wang, Y., Chung, C.-J., & Yang, L. (2014). Using Clickers to Enhance Student Learning in Mathematics. *International Education Studies, 7*(10), 1-13. Doi: https://doi.org/10.5539/ies.v7n10p1

Annexe 1

Extrait d'un support de TD donné en M1 avec trois parties Activités mentales/Analyse didactique/Exercices

UE 75/78 – 2018-2019 UE 75 Td 4 : Résolution de problèmes numériques Page 9 de 59

UE 75 Td 4 : Résolution de problèmes numériques

I. Activités mentales

Les questions seront posées en séance.

II. Analyse didactique

1. Résoudre le problème suivant en utilisant deux méthodes dont l'une est accessible à un élève de Cycle 3.

   Dans la ferme d'Anna, il y a des poules et des lapins. Elle a compté 10 têtes et 32 pattes. Combien a-t-elle de lapins ?

2. La question sera posée en séance.

III. Exercices

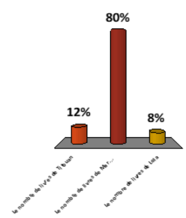
Exercice 1.

1. Un père a 40 ans de plus que son fils ; dans 15 ans son âge sera le triple de celui de son fils. Quel est l'âge actuel de ce dernier ?
2. Trouver l'âge d'une personne sachant que si du triple de cet âge on retranche le double de l'âge que la personne aura dans 10 ans, on obtiendra l'âge qu'elle avait il y a 20 ans.
3. Trouver l'âge d'une personne sachant que si du triple de cet âge on retranche le double de l'âge que la personne aura dans 10 ans, on aura pour résultat l'âge qu'elle aura dans 3 ans.

Fig. 1 : Extrait TD M1

Titouan a deux fois plus de livres que Margaux. Lola a six livres de plus que Margaux. Sachant que le nombre total de livres des trois enfants peut être exprimé par $4x + 6$, que représente x dans cette expression ?

A. Le nombre de livres de Titouan
B. Le nombre de livres de Margaux
C. Le nombre de livres de Lola



10 Master MEEF - 1er degré

Fig. 2 : Exemple de question posée dans la partie "Activités mentales"

ANNEXE 2

Résultats de l'enquête menée auprès de 150 étudiants de Master MEEF1 & 2 (Métier de l'enseignement, de l'éducation et de la formation) des sites d'Albi, Auch et Toulouse.

RESSENTI

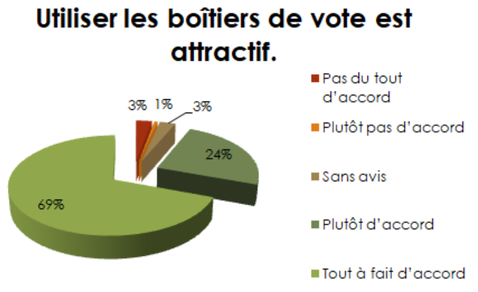


Figure 19 : Ressenti

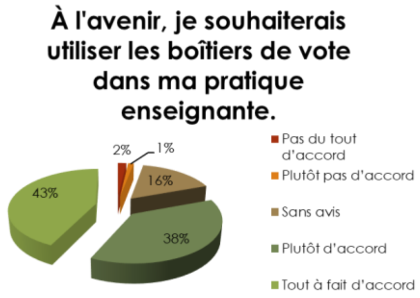


Figure 20 : Ressenti

ENRÔLEMENT

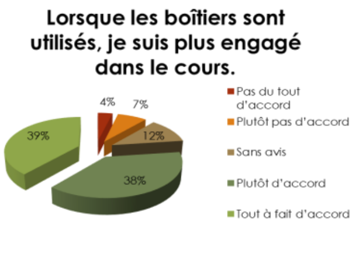


Fig. 21 : Enrôlement

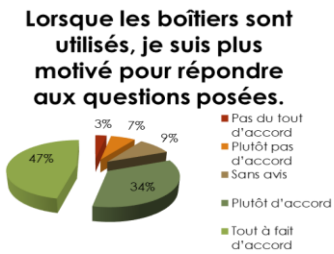


Fig. 4 : Enrôlement

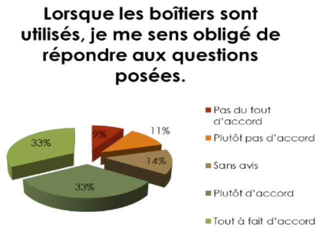


Fig. 5 : Enrôlement

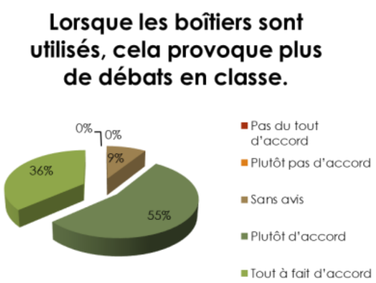


Fig. 6 : enrôlement

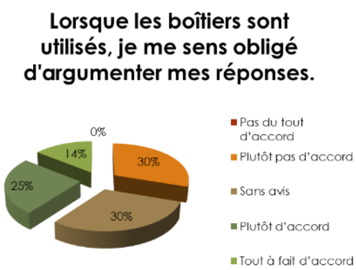


Fig. 7 : enrôlement

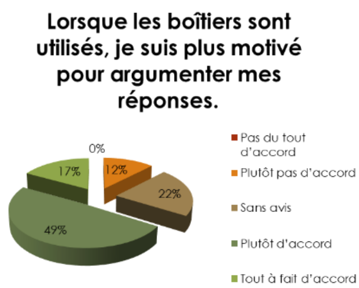


Fig. 8 : enrôlement

Apprentissage

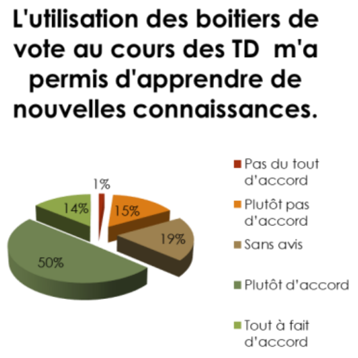


Fig. 9 : Apprentissage

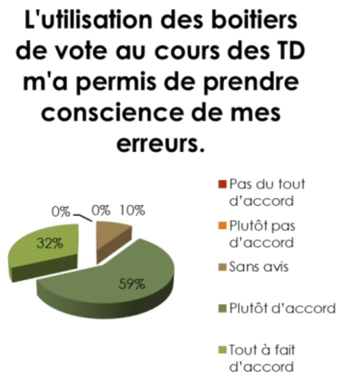


Fig. 10 : Apprentissage

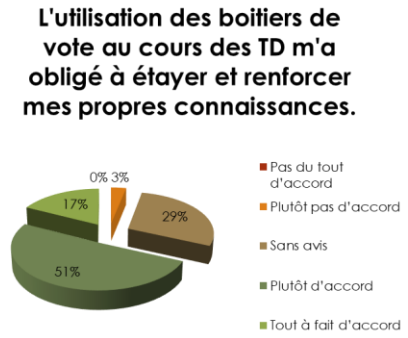


Fig. 11 : Apprentissage

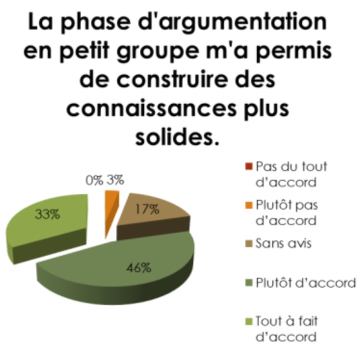


Fig. 12 : Apprentissage

Fig. 13 : Apprentissage

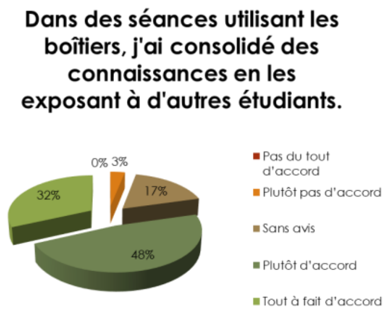


Fig. 14 : Apprentissage

Annexe 3

Grille élaborée par Hurrell (2013) fournissant quelques exemples de questions illustrant l'appartenance des questionnements à tel ou tel domaine de connaissance au sens de Ball *et al.*(2008).

Domaine	Exemples : Êtes-vous capable de …
CCK, Common Content Knowledge ou Connaissances mathématiques communes (*)	• Calculer une réponse correctement ? • Résoudre un problème mathématique correctement ? • Comprendre les mathématiques que vous enseignez ? • Identifier qu'un élève fournit une réponse erronée ? • Identifier lorsqu'un manuel est inapproprié ou fournit une ou des définitions erronées ? • Utiliser le vocabulaire et les notations appropriées ?
SCK, Specialised Content Knowledge ou Connaissances mathématiques spécifiques à l'enseignement (*)	• Présenter des idées mathématiques ? • Répondre aux questions du type « Pourquoi ? » formulées par les élèves ? • Trouver un exemple illustrant un point mathématique ? • Identifier ce qu'implique d'utiliser une représentation particulière ? • Lier les représentations et ce qu'elles permettent de souligner et les lier entre elles ? • Lier les sujets enseignés à ceux des années passées et à venir ? • Expliquer les enjeux mathématiques aux parents ? • S'approprier et adapter les contenus mathématiques des manuels ? • Complexifier ou simplifier une tâche ? • Évaluer la pertinence des demandes des élèves ? • Donner ou juger une explication mathématique ? • Choisir et développer une définition utilisable ? • Utiliser des notations et un langage mathématique et critiquer ses usages ? • Poser des questions mathématiques productives ? • Choisir des représentations dans un but précis ?
KMH Knowledge at the mathematical horizon ou Connaissance de l'horizon mathématique (*)	• Établir des connexions à travers les différents sujets de mathématiques ? • Établir des liens à travers les différents domaines des mathématiques ? • Articuler les maths enseignées avec celles rencontrées plus tard ?
KCS Knowledge of Content and Students ou Connaissances des élèves et de l'apprentissage du sujet mathématique (*)	• Anticiper ce que les élèves peuvent penser ? • Prévoir ce que les élèves peuvent trouver intéressant et motivant dans les exemples proposés ? • Anticiper ce que les élèves peuvent trouver difficile et facile dans la réalisation d'une tâche ? • Entendre et interpréter les idées émergentes et incomplètes des élèves ?

	• Reconnaître les conceptions erronées des élèves sur certains contenus mathématiques ?
KCT Knowledge of Content and Teaching ou Connaissances du contenu et l'enseignement du sujet mathématique (*)	• Organiser en séquences l'enseignement des mathématiques ? • Choisir des exemples pour permettre aux élèves d'approfondir les contenus mathématiques ? • Choisir des représentations adaptées pour illustrer des contenus ?
KCC Knowledge of content and Curriculum ou Connaissances du programme et des moyens d'enseignement (*)	• Faire ressortir les composantes du programme ? • Articuler/Énoncer les compétences du programme ? • Comprendre la structure des programmes ?

(*) traduction de Ball *et al.* (2008) proposée par Clivaz (2011)

ANNEXE 4

Deux exemples de questions issues du LMT Project

15. Mrs. Jackson is getting ready for the state assessment, and is planning mini-lessons for students around particular difficulties that they are having with subtracting from large whole numbers. To target her instruction more effectively, she wants to work with groups of students who are making the same kind of error, so she looks at a recent quiz to see what they tend to do. She sees the following three student mistakes:

I	II	III
$\begin{array}{r} {\scriptstyle 4\ 12} \\ \cancel{5}0\cancel{2} \\ -\ 6 \\ \hline 406 \end{array}$	$\begin{array}{r} {\scriptstyle 4\quad 15} \\ 3\cancel{5}00\cancel{5} \\ -\quad 6 \\ \hline 34009 \end{array}$	$\begin{array}{r} {\scriptstyle 6\,9\,8\,15} \\ \cancel{7}\cancel{0}\cancel{0}\cancel{5} \\ -\ \ 7 \\ \hline 6988 \end{array}$

Which have the same kind of error? (Mark ONE answer.)

a) I and II

b) I and III

c) II and III

Fig. 1 : Exemple issu du LMT Project

24. Ms. Miller wants her students to write or find a definition for triangle, and then improve their definition by testing it on different shapes. To help them, she wants to give them some shapes they can use to test their definition.

She goes to the store to look for a visual aid to help with this lesson. Which of the following is <u>most</u> likely to help students improve their definitions? (Circle ONE answer.)

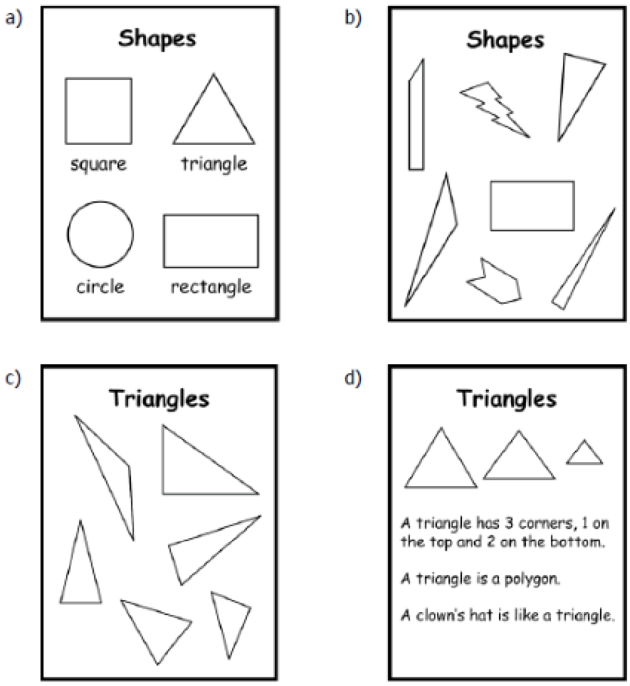


Fig. 2 : Autre exemple issu du LMT Project