ANALYSE DE L'ACTIVITE DE PROFESSEURS DE MATHEMATIQUES DEBUTANTS EN FORMATION INITIALE : LE CAS DE L'AIRE DU PARALLELOGRAMME EN CLASSE DE 5EME

Christine CHOQUET

Résumé. Dans le cadre de la formation initiale en Master MEEF Mathématiques, une unité d'enseignement (UE3) est dédiée d'une part à la découverte des recherches dans la didactique de la discipline (EC *Se former à et par la recherche*) et d'autre part à une analyse de l'activité de l'enseignant et de l'élève (EC *AAEE*). Lors de cette communication, en lien avec le thème 2 du colloque, nous analysons avec les participants des éléments qui sont développés en formation dans cette UE en lien avec la pratique des deux professeurs de mathématiques débutants. Le travail de l'atelier s'intéresse en particulier à deux séances proposées et mises en œuvre par deux professeurs stagiaires en collège. Les deux séances proposent d'aborder en classe de 5ème l'aire du parallélogramme par des activités différentes. Afin d'expliciter pour les comprendre les choix des deux enseignants, ces séances sont analysées dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2008). Une discussion s'engage avec les participants afin de revenir sur les choix des deux professeurs en appui sur la formation qu'ils ont reçue et sur des pistes de formation qui permettent d'assurer un développement professionnel des professeurs débutants.

L'atelier proposé s'est déroulé en 3 temps :

- Temps 1 - Présentation du cadrage théorique de notre étude
- Temps 2 - Présentation de la séance prévue par les professeurs-stagiaires J et A
- Temps 3 - Echanges avec les participants en appui sur les choix de J et A

avant de conclure sur des effets de la formation initiale sur les pratiques des professeurs débutants.

Cadrage théorique : un travail inscrit dans le prolongement de recherches existantes

L'introduction de cet atelier a permis d'expliciter le lien de ce travail, dans le cadre du thème 2 du colloque, avec des recherches menées dans le champ de la didactique des mathématiques. Elle met d'abord en exergue que

> les difficultés mises en évidence dans les pratiques des débutants nous incitent, en tant que formateurs et chercheurs, à réfléchir davantage aux différents types de savoirs véhiculés en formation. (Charles-Pézard, Butlen & Masselot, 2012, p.15).

Des formateurs et formatrices (Robert, 2005) ont en effet fait des propositions pour penser la formation initiale des futurs enseignants de mathématiques. Il faudrait, d'après les recherches menées, élaborer « […] des scénarios de formation, qui articulent des éléments théoriques et des expériences en classe, et qui puissent être évalués par des recherches. ».

Ces travaux de recherche mettent en évidence que l'élaboration de scénarios pour la formation initiale

> […] implique à la fois :

- un travail explicite de transposition de certaines recherches : tant sur les apprentissages des élèves que sur les pratiques et leur formation,
- un travail d'ingénierie longue, avec la mise au point des modalités de ces formations, une réflexion sur les formateurs et peut-être une certaine formation de ces derniers. (Robert, 2005, p. 213)

L'étude présentée dans cet atelier contribue à enrichir ces propositions en analysant certains choix effectués pour leur classe par des professeurs stagiaires afin d'identifier l'influence de la formation et donc des pratiques des formateurs sur le processus de développement des pratiques des débutants. Nous rappelons que pour ce qui concerne la pratique de l'enseignant et la pratique du formateur, nous empruntons les définitions établies par Robert (2008) : il s'agit de tenir compte de « tout son travail avant, pendant et après les séances réalisées en classe », en englobant « tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas […] ». (Robert, 2008, p. 59).

Le travail d'analyse des situations mathématiques et des pratiques des professeurs se situe dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002 ; Choquet 2016) résumé par le schéma suivant :

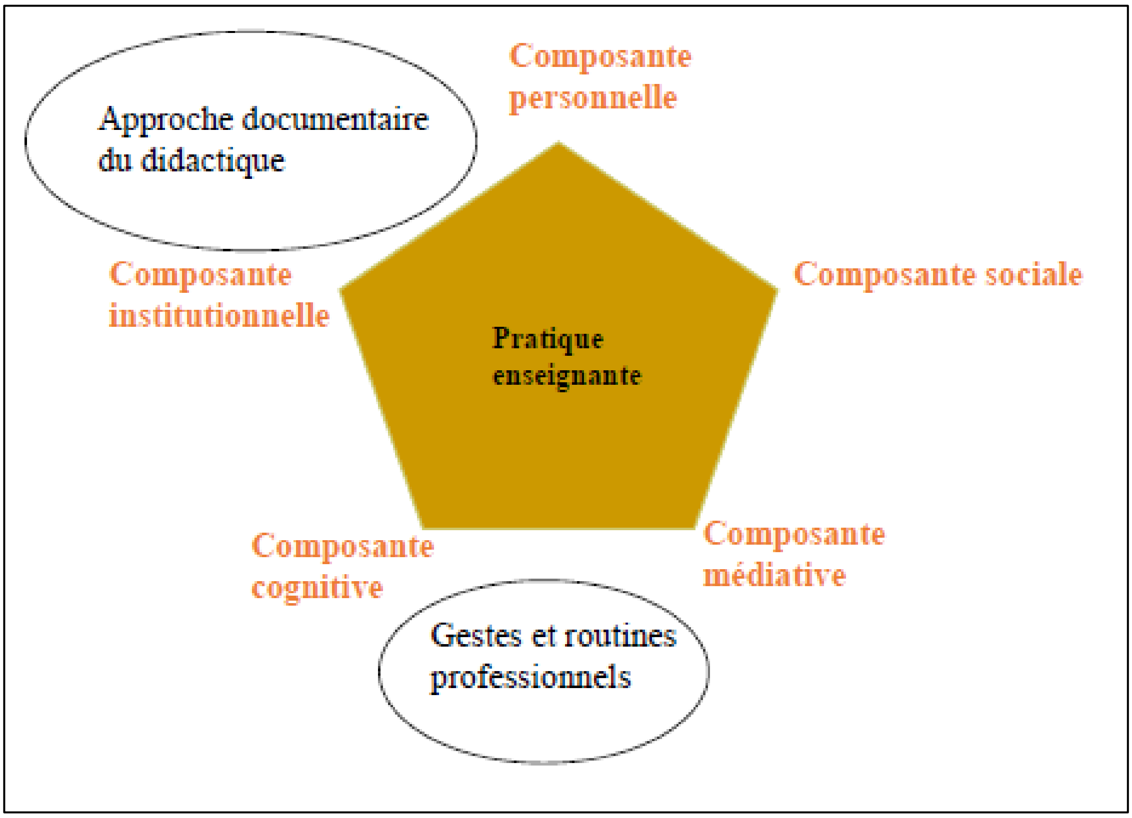


Figure 2 – Schéma proposé dans Choquet (2016) dans le cadre d'analyse de pratiques ordinaires

Pour réaliser cette étude, le travail de recherche s'appuie sur un recueil de données conséquent : les contenus de formation des formateurs, des observations de séances menées par des professeurs stagiaires, des entretiens, ainsi que des productions issues de travaux effectués en formation par les professeurs stagiaires.

Concernant la formation, les données sont issues de trois unités d'enseignement (UE) réparties sur les deux années de Master MEEF : les UE Didactique des mathématiques, UE-EC Recherche et UE-EC Mise en situation professionnelle. Les UE Didactique et

UE-EC Recherche visent à initier les étudiants à la didactique de la discipline, à leur faire découvrir et étudier divers cadres théoriques et concepts didactiques. Plusieurs productions écrites sont attendues dont un mémoire de recherche. L'UE-EC Mise en situation professionnelle consiste en des analyses de l'activité de l'enseignant et de l'élève en lien direct avec la classe et les pratiques de stage des étudiants/stagiaires.

Avec les participants, nous choisissons d'étudier deux séances proposées par deux des professeurs débutants ayant participé à la formation. Les deux séances abordent en classe de 5ème le calcul de l'aire du parallélogramme, par des situations mathématiques différentes.

Présentation des expérimentations : une séance prévue par J et A

Chaque professeur-stagiaire propose une situation dédiée à l'introduction de la formule du calcul de l'aire d'un parallélogramme, en classe de 5ème.

Pour rappel, en classe de 5ème, les repères annuels de progression en mathématiques au cycle 4 visent :

> La connaissance des formules donnant les aires du rectangle, du triangle et du disque […] est entretenue à travers la résolution de problèmes. Elle est enrichie par celles de l'aire du parallélogramme.

En fin de classe de 5ème, un élève doit être capable de calculer « le périmètre et l'aire des figures usuelles (rectangle, parallélogramme, triangle, disque) et de calculer le périmètre et l'aire d'un assemblage de figures. » (MEN, 2020). Des documents d'accompagnement des programmes, disponibles en ligne[1], apportent des précisions et proposent des stratégies d'enseignement, en particulier :

Stratégies d'enseignement

Le thème « grandeurs et mesures » n'a pas vocation à être travaillé seul mais au service de la résolution de problèmes.

Savoir-faire travaillés

- ❑ Manipuler et interpréter des grandeurs.
- ❑ Comparer des grandeurs.
- ❑ Mesurer.
- ❑ Référer à des formules et calculer.
- ❑ Référer à des unités et effectuer des changements d'unités.

Figure 2 – Extrait du document Grandeurs et mesures Cycle 4, page 2

[1] https://eduscol.education.fr/280/mathematiques-cycle-4

La différenciation des structures ou dispositifs de classe porte en particulier sur la façon de créer et de faire varier les groupes (travail en autonomie, en binômes, en groupes homogènes ou hétérogènes). L'important étant qu'ils soient favorables aux échanges, à la coopération, à la confrontation d'idées et au travail.

Figure 3 – Extrait du document Grandeurs et mesures Cycle 4, page 5

Présentation de la séance prévue par A

Une analyse *a priori* a été menée avec A, elle montre que la situation mathématique proposée aux élèves s'appuie sur des rectangles pour aller vers les parallélogrammes. La consigne donnée aux élèves est inspirée du manuel[2] utilisé dans cette classe (figure 4) :

1. Tracer, sur une feuille blanche, un rectangle $EFGH$ tel que $EF = 5$ cm et $FG = 8$ cm.
   Calculer l'aire du rectangle $EFGH$.
2. Placer un point X sur le segment $[FG]$ et un point Y sur le segment $[EH]$.
   Tracer le segment $[XY]$.
   Découper le rectangle $EFGH$, puis couper le long du segment $[XY]$.
   Reconstituer un parallélogramme à partir des deux morceaux obtenus.

Figure 4 – Enoncé distribué à chaque élève par A

L'analyse *a posteriori* du déroulement et de ce que produisent les élèves montrent que, même s'ils répondent à la consigne de construction, des difficultés sont rencontrées par la classe lorsque A souhaite amener les élèves vers un raisonnement sur leurs constructions.

Les élèves construisent pour la grande majorité d'entre eux, un rectangle demandé, le découpent et reconstituent un parallélogramme avec les deux pièces obtenues. Les parallélogrammes sont affichés au tableau par A :

[2] *Indigo* 5ème, n°5 p. 261 (2020)

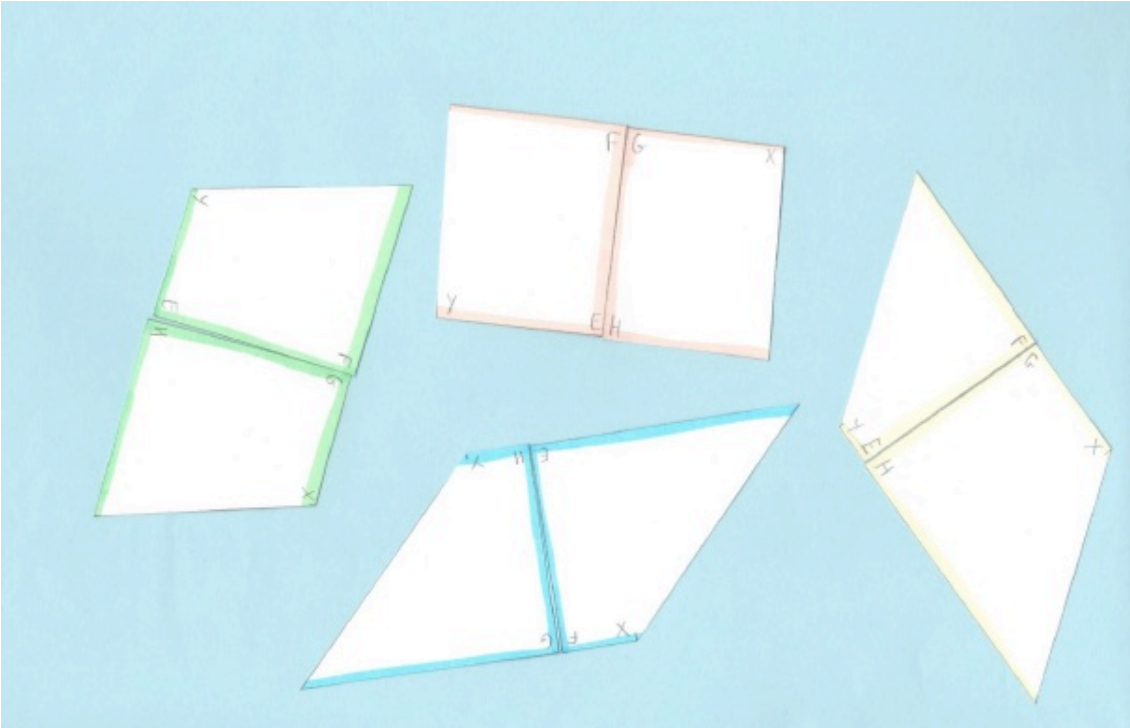


Figure 5 – Exemples de constructions affichées au tableau lors de la mise en commun

Lors de la mise en commun des constructions, A pose aux élèves trois questions : les parallélogrammes sont-ils tous identiques ? Qu'ont-ils tous en commun ? Quelles sont les différences ?

Les élèves sont d'accord pour répondre que, non, les parallélogrammes obtenus ne sont pas identiques. Lors de l'échange, ils ajoutent : « Ils ont la même aire, la distance entre les côtés [*EH*] et [*FG*] est la même ; ils ont la même longueur, les angles sont différents ». En revanche, la classe ne réussit pas à établir, à partir de la formule de calcul de l'aire du rectangle, la formule qui permettrait de calculer l'aire des parallélogrammes.

Présentation de la séance prévue par J

Une analyse *a priori* a été menée avec J, elle montre que la situation mathématique proposée aux élèves s'appuie sur un parallélogramme (*cf.* figures 6 et 7), présenté sur feuille blanche et sur papier quadrillé et mobilise le logiciel *Géogébra* dans la réflexion vers une écriture de la formule de son aire. Elle est inspirée de l'ouvrage *Des maths ensemble et pour chacun*[3].

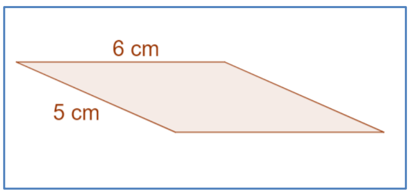


Figure 6 – Parallélogramme proposé par J sur feuille blanche

[3] Rouquès, J.P., Steiner, H. (2010). *Des maths ensemble et pour chacun* $5^{ème}$. Scéren Canopé.

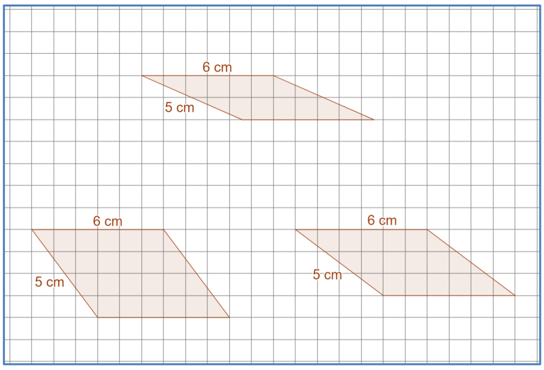


Figure 7 – Parallélogramme proposé par J sur feuille quadrillée

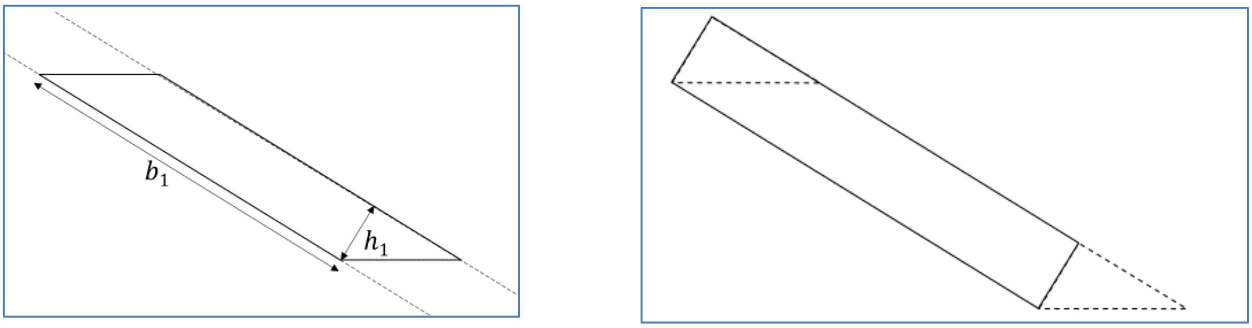
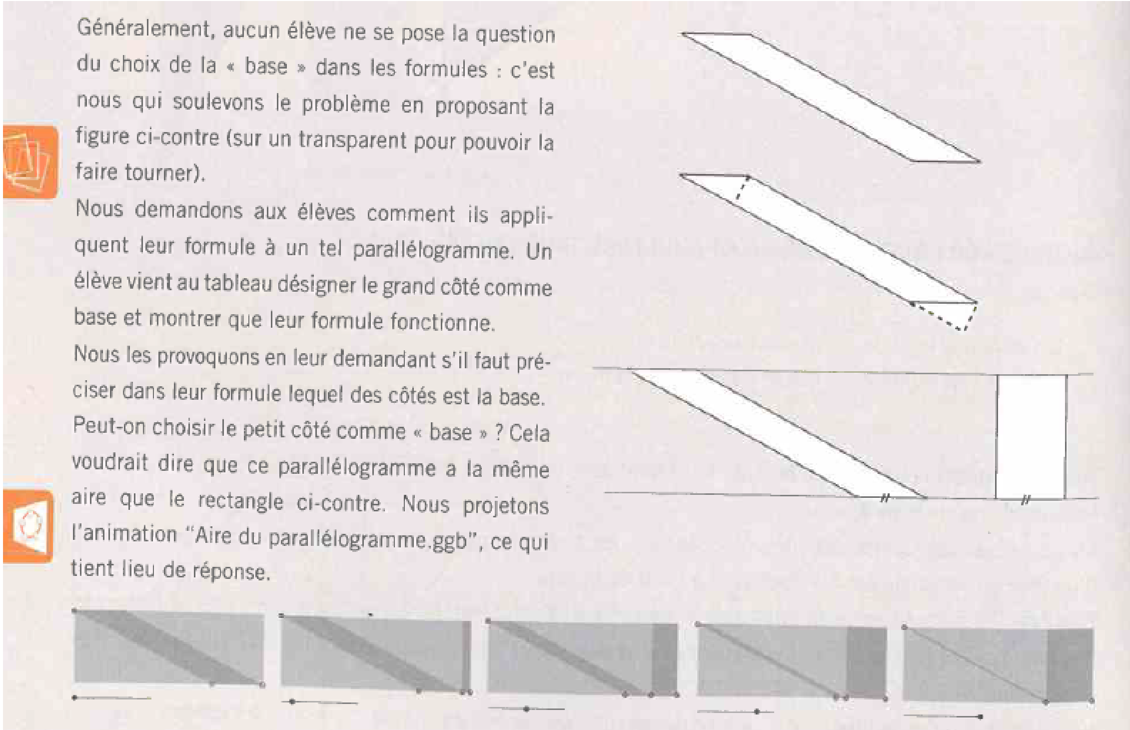


Figure 8 – Eléments projetés par J

J propose aux élèves de travailler collectivement autour de questions qu'il pose et des réponses de quelques élèves. Le travail en collectif organisé ainsi par J, à l'aide du logiciel *Géogébra* (*cf.* figure 8) permet d'engager certains des élèves vers le lien existant entre la formule de l'aire du parallélogramme proposé et l'aire du rectangle connue des élèves. Cependant tous les élèves ne semblent pas faire ce lien. Et cela même si lors de l'analyse *a priori*, J avait relevé que cette difficulté était prévue et commentée dans l'ouvrage *Des maths ensemble et pour chacun* qu'il utilise (*cf.* figure 9).



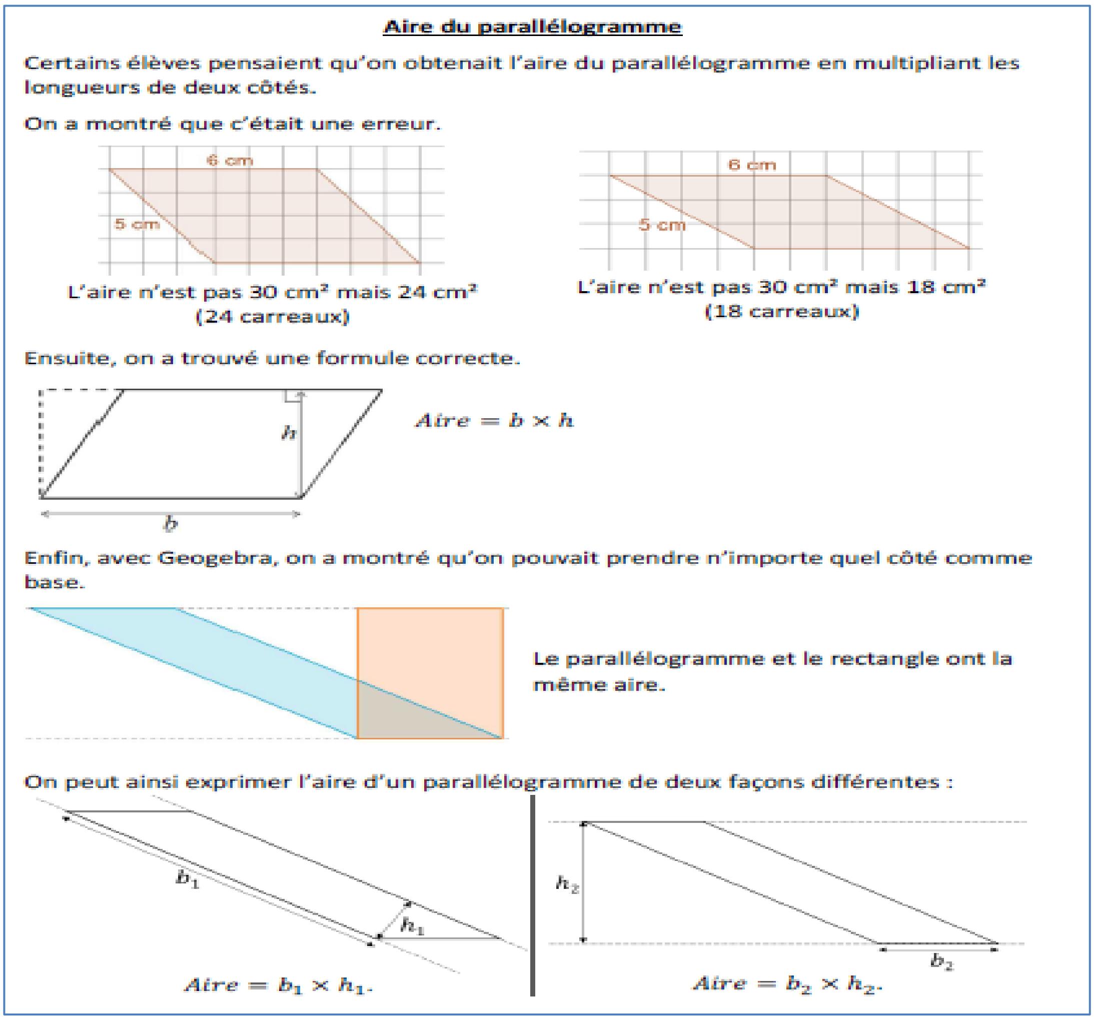
Généralement, aucun élève ne se pose la question du choix de la « base » dans les formules : c'est nous qui soulevons le problème en proposant la figure ci-contre (sur un transparent pour pouvoir la faire tourner).

Nous demandons aux élèves comment ils appliquent leur formule à un tel parallélogramme. Un élève vient au tableau désigner le grand côté comme base et montrer que leur formule fonctionne.

Nous les provoquons en leur demandant s'il faut préciser dans leur formule lequel des côtés est la base. Peut-on choisir le petit côté comme « base » ? Cela voudrait dire que ce parallélogramme a la même aire que le rectangle ci-contre. Nous projetons l'animation "Aire du parallélogramme.ggb", ce qui tient lieu de réponse.

Figure 9 – Extrait de l'ouvrage Des Maths ensemble et pour chacun, utilisé par J

Un bilan écrit est projeté puis distribué par J à chaque élève (*cf.* figure 10). Il relate le travail effectué pendant la séance et les éléments que J souhaite mettre en évidence dans l'élaboration de la formule de calcul d'aire d'un parallélogramme.



Aire du parallélogramme

Certains élèves pensaient qu'on obtenait l'aire du parallélogramme en multipliant les longueurs de deux côtés.

On a montré que c'était une erreur.

6 cm
5 cm

L'aire n'est pas 30 cm² mais 24 cm²
(24 carreaux)

6 cm
5 cm

L'aire n'est pas 30 cm² mais 18 cm²
(18 carreaux)

Ensuite, on a trouvé une formule correcte.

h
b

$Aire = b \times h$

Enfin, avec Geogebra, on a montré qu'on pouvait prendre n'importe quel côté comme base.

Le parallélogramme et le rectangle ont la même aire.

On peut ainsi exprimer l'aire d'un parallélogramme de deux façons différentes :

b_1
h_1

$Aire = b_1 \times h_1$.

h_2
b_2

$Aire = b_2 \times h_2$.

Figure 10 – Bilan écrit distribué par J aux élèves

Une analyse *a posteriori,* du document distribué et de ses interactions avec la classe lors de la phase d'institutionnalisation observée, montre que J réussit à partir du contexte de la situation (le parallélogramme de dimensions 5 cm x 6 cm) à exposer la formule qu'elle attendait des élèves. J s'appuie également sur le travail effectué avec le logiciel afin de faire visualiser et d'inscrire explicitement dans les cahiers le lien existant entre le calcul de l'aire d'un rectangle et celui de l'aire d'un parallélogramme. Cependant il est clair que dans la classe, tous les élèves n'atteignent pas le niveau de décontextualisation nécessaire à une réelle compréhension de ce lien. Des exercices et problèmes à suivre dans les séances devront tenir compte de cette difficulté et y faire face en tentant de la surmonter avec tous les élèves.

Conclusion : prolonger la réflexion entre formateurs et formatrices

Deux éléments sont à retenir des échanges dans l'atelier suite à ces présentations.

Dans un premier temps, les deux approches, celle par le rectangle et celle par le parallélogramme sont interrogées par les participants avec les deux professeurs débutants et nous-mêmes. La conclusion laisse penser qu'une alternative à ces deux entrées seraient d'en proposer une (d'abord celle proposée par J, partant du parallélogramme de dimensions 5 cm x 6 cm) et de travailler sur l'autre approche dans un exercice complémentaire afin de permettre à tous les élèves d'entrer dans l'explicitation de la formule. Un lien a également été fait avec une approche complémentaire possible en lien avec des textes historiques[4]. Le travail est à approfondir dans ce sens, il permettrait ainsi une nouvelle ouverture pour les élèves et un enrichissement de ces séances.

Dans un second temps, pour conclure sur la réflexion engagée également sur les contenus et modalités de la formation initiale reçue, l'analyse dans le cadre de la double approche didactique et ergonomique montre chez ces deux professeurs débutants des éléments constructifs. Ils élaborent leurs séances et séquences au regard des instructions officielles. Lors des séances en formation, ces deux enseignants montrent qu'ils possèdent des connaissances didactiques : ils ont compris les enjeux de l'enseignement de la géométrie au collège, notamment en lien avec des problématiques associées aux constructions de figures et aux raisonnements à développer chez tous les élèves. Ils ont compris également des éléments de l'enseignement des grandeurs et mesures en lien notamment avec les problématiques d'aires.

Par ailleurs, ces deux enseignants affichent la volonté d'utiliser ces connaissances dans leur pratique quotidienne. Ils font un choix de situations mathématiques pour leur classe au regard des existants dans le manuel de la classe ou des activités étudiées en formation. Par ailleurs, la mise en œuvre des deux séances était anticipée de manière relativement précise et une analyse *a priori* centrée sur les difficultés éventuelles des élèves, avec anticipation d'aides à apporter, avait été effectuée. Les deux professeurs stagiaires font preuve ensuite d'un recul réflexif sur leur pratique : cela s'opère pendant la formation mais c'est également observable pendant l'atelier, face aux questions et réactions des participants. Les productions des élèves de chaque séance et les difficultés rencontrées sont repérées, dans l'atelier, et des tentatives d'explicitation sont faites, au regard des lectures effectuées (programmes, ouvrages) et des situations étudiées en formation.

De ce fait, nous considérons que la formation a eu un *effet réflexif* (Choquet, 2022) sur ces deux professeurs débutants, la présentation effectuée pendant l'atelier et les interactions avec les participants y ayant d'ailleurs fortement contribué. Les séances observées tout au long de l'année et les différents entretiens menés avec ces deux professeurs montrent que la composante sociale de leur pratique influe fortement sur leur composante cognitive puis sur leur composante médiative. La prise de décision pour la classe a été, tout au long de la formation, de plus en plus éclairée, non seulement du fait des réactions en classe des élèves mais surtout par des apports didactiques compris et des échanges de pratiques constructifs auxquels ils ont pris part, tels que ceux observés dans l'atelier.

Bibliographie

Charles-Pézard, M., Butlen, D., Masselot, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP. Quelles pratiques ? Quelle formation ?* La pensée sauvage.

Choquet, C. (2016). Profils de professeurs des écoles proposant des problèmes ouverts en mathématiques. *Recherches en Didactique Des Mathématiques*, *36*(1), 11–47. https://revue-rdm.com/2016/profils-de-professeurs-des-ecoles/

[4] Éléments de géométrie d'Euclide au XIXe siècle - IREM de Paris http://docs.irem.univ-paris-diderot.fr/up/M-ATH-activiteparallelogrammeeuclide.pdf

Choquet, C. (2022). Comprendre les effets des choix de formateurs sur les pratiques de professeurs de mathématiques débutants. *Annales de didactique et de sciences cognitives. Numéro thématique 1*. IREM de Strasbourg. 287-313. https://doi.org/10.4000/adsc.1880

Choquet, C., Zebiche, N. (2019) Débuter dans l'enseignement des mathématiques : quel impact de la formation initiale ? In Actes du colloque de l'Espace Mathématique Francophone. Paris-Gennevilliers, 22-26 octobre 2018.

MEN (2020). Programmes du cycle 4. BO n°31 du 30 juillet 2020. Eduscol. En ligne.

Robert, A. (2005). De recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, *10*, 209-249.

Robert, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In Vandebrouck F. (Ed.) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Octarès. 45-52.

Rouquès, J.P., Steiner, H. (2010). *Des maths ensemble et pour chacun* 5ème. Scéren, Canopé.