UNE QUESTION DE FORMATION : GÉRER LA CLASSE ET/OU L'ACTIVITÉ MATHÉMATIQUE DES ÉLÈVES

Lalina COULANGE, Grégory TRAIN
E3D-LACES, ESPE d'Aquitaine
Université de Bordeaux

Résumé. La question des relations entre la gestion de la classe et la gestion de l'activité mathématique des élèves nous semble représenter une question importante dans la formation initiale des enseignants. Nous cherchons dans un premier temps à problématiser cette question en nous référant à la double approche ergonomique et didactique (Robert 2004, Robert 2005, Robert et al. 2012). Dans un deuxième temps, nous exposons conjointement les résultats d'analyses conduites à partir d'une vidéo filmée dans la classe de Quatrième d'un professeur débutant et le scénario de formation construit et mis en œuvre autour d'extraits de cette vidéo. Ce scénario vise à prendre en charge les relations entre la gestion de la classe et celle de l'activité mathématique des élèves dans un moment de formation initiale. En guise de conclusion, nous revenons sur les apports potentiels de ce scénario et nous questionnons plus globalement le travail à conduire sur la gestion de la correction d'exercices dans la classe de mathématiques dans le contexte de la formation initiale de professeurs de mathématiques.

Mots clés. Formation initiale, pratique(s) enseignante(s), activité(s) des élèves, démonstration, collège, géométrie.

Abstract. "Conduct the class and/or the mathematics activity of the class" seems to be a crucial issue emerging from mathematics teacher training. Firstly, we have problematized this question by referring to the double ergonomic and didactic approach (Robert 2004, Robert 2005, Robert et al. 2012). Then we present how we analyse the practices of a mathematics teacher beginning to teach geometry to fourth graders (14-15 years old), and how we use such an analysis in the training of pre-service teachers. The objective of this training episode is to question the relationships between conducting a class and conducting mathematical activity of students. To conclude, we discuss the potential contributions of such training contents. A more general issue arises also from our research and training work and concerns how to conduct the correction of mathematics exercises in the class.

Key-words. Teacher training, teaching practices, mathematical activity of students, demonstration, secondary level, geometry.

I. Introduction

Gérer la classe et/ou l'activité mathématique de la classe ? C'est une question soulevée de façon récurrente en formation de futurs enseignants de mathématiques. Elle n'est certes, pas souvent posée en ces termes. Mais dans les critiques parfois formulées à l'égard d'une formation à forte composante didactique, elle ressurgit : formation jugée trop théorique, peu ancrée « sur le terrain », ou encore éloignée des préoccupations premières de professeurs débutants centrées sur la gestion du groupe classe. Cette question mérite peut-être, à ce titre, d'être formulée et travaillée en formation initiale des enseignants. Mais dans les faits, elle est complexe et loin d'être transparente. Certes, il y a souvent un postulat posé au départ, en tout cas dans la formation spécialisée à l'enseignement des mathématiques, voire peut-être dans la recherche en didactique des mathématiques, que la relation existe.

Mais comment problématiser cette question des relations possibles entre la gestion de la classe et la gestion de l'activité mathématique des élèves dans la classe ? Nous commencerons par poser les fondements d'une telle problématique dans le cadre de la double approche ergonomique et didactique (Robert 2004, Robert et al. 2012). Nous exposerons ensuite les analyses conduites à partir d'une vidéo dans la classe de Quatrième d'un professeur débutant, tout en évoquant au fil du texte l'utilisation que nous en faisons dans le cadre de la formation de futurs enseignants de mathématiques. La séance filmée dans cette classe et son analyse nous paraissent effectivement pouvoir apporter des éléments de réponse aux questions posées, à la fois du point de vue de la recherche et de la formation des enseignants. Toutefois, dans cet article, nous traiterons essentiellement le point de vue de la formation initiale à l'enseignement des mathématiques.

II. Problématique : pratiques enseignantes et activité(s) mathématique(s) des élèves

2.1 Postulat ou discours « naïf » : gérer la classe et/ou gérer l'activité mathématique de la classe ?

Comme nous l'avons dit dans les propos introductifs, nous pouvons considérer comme une évidence, ou un postulat que la relation entre la gestion de la classe et la gestion de l'activité mathématique de la classe existe. Nous ne remettons pas en question ce postulat. La forme qu'il prend dans le cadre de la formation voire dans la recherche sur les pratiques enseignantes peut être cependant questionnée.

« Plus vous serez en mesure de comprendre, de cerner l'activité mathématique de vos élèves, plus votre gestion des élèves et donc de la classe sera facilitée ! ». Formateurs convaincus depuis plusieurs années, nous pouvons nous-mêmes tenir assez fréquemment ce type de discours à de futurs professeurs.[1]

Mais nous entrevoyons un double écueil à ce type de propos. Le premier écueil est pragmatique. Peut-on se permettre de poser *in extenso*, de façon aussi directe et « *naïve »* la relation entre l'activité mathématique des élèves et la gestion de la classe ? L'existence de cette relation ne mérite-t-elle pas d'être illustrée (à défaut de pouvoir être prouvée) et davantage questionnée en formation ? Le deuxième écueil est plus théorique. Le discours tenu sous-entend que la gestion de l'activité mathématique de la classe est première et qu'elle conditionne la gestion de la classe. Mais ne peut-on pas envisager qu'en retour la gestion de la classe prise dans sa globalité, conditionne également celle de l'activité ou des activités[2] mathématiques des élèves ? La relation

1 Que ces futurs professeurs aient été Professeurs de Lycée Collège en deuxième année de formation à l'IUFM, étudiants en Master d'enseignement des mathématiques à l'Université ou Fonctionnaires stagiaires.

2 Le singulier renvoie à une acceptation large et désigne l'ensemble des activités contextualisées dans la classe.

n'est-elle pas, dans le fond, dialectique ? Et si tel est le cas, comment peut-elle être appréhendée dans la recherche en didactique des mathématiques ? Et en formation ?

Ce deuxième écueil théorique nous a invité à tenter de problématiser la question des activités mathématiques des élèves, en lien avec les activités du professeur, ces dernières étant orientées doublement, vers la gestion des activités des élèves et vers ce que nous désignons plus globalement ici par la gestion de classe. Ce que nous entendons ici par activité(s) (des élèves ou du professeur) renvoie à la double approche ergonomique et didactique (Robert 2004, 2008), et par là même, au cadre plus large de la théorie de l'activité (développée à la suite des travaux de Vygotski). Dans ce cadre, l'activité du sujet est appréhendée comme finalisée et motivée (Rogalski 2008). La distinction entre tâche et activité y est centrale : la tâche est ce qui est à faire ; l'activité est ce que développe le sujet lors de la réalisation de la tâche. Cette (ou ces) activité(s) n'est (ne sont) pas déterminée(s) en dehors du sujet (que celui-ci soit élève ou professeur), lui-même considéré à la fois comme sujet à la fois psychologique et social.

2.2 Activités du professeur et de l'élève en classe

Nous nous référons donc à la double approche ergonomique et didactique (Robert 2004) pour étudier les pratiques enseignantes et l'activité mathématique des élèves. Dans ce cadre, ce sont les activités que professeurs et élèves développent qui sont considérées comme au centre des apprentissages mathématiques des élèves et du développement professionnel des professeurs. Ces activités sont appréhendées de façon locale en mettant en regard une analyse *a priori* des tâches mathématiques proposées et de leur devenir pendant les déroulements en classe. Nous reprenons cette unité « tâche – déroulement » dans les analyses à venir, et dans le travail conduit sur la base de ces analyses en formation avec des futurs enseignants. L'étude globale d'un projet d'enseignement qui peut donner sens à ces tâches, est également évoquée.

En ce qui concerne l'étude des activités du professeur, la double approche postule qu'il faut compléter ces analyses pour tenir compte du fait que ces activités dépendent aussi de manière essentielle d'autres facteurs, liés à l'exercice du métier d'enseignant. C'est pour cela que dans ce cadre, nous nous donnons notamment les moyens d'analyser les pratiques enseignantes en recomposant plusieurs composantes (*cognitive, médiative, personnelle, institutionnelle et sociale*) de ces pratiques. Les choix des tâches que le professeur propose ne sont pas rapportés seulement aux activités des élèves qu'elles sont susceptibles de provoquer mais aussi à différentes contraintes qui pèsent sur ces choix : l'enseignant doit respecter les programmes, avoir une "classe qui tourne" et suffisamment d'élèves qui réussissent, etc. Toutes ces dimensions des pratiques, notamment la composante cognitive (qui correspond aux choix dans l'élaboration de tâches ou dans l'élaboration d'un projet plus global d'enseignement) ou la composante institutionnelle (qui caractérise la nature des mathématiques à enseigner, les programmes, les horaires, certaines ressources comme les manuels, les inspections) sont prises en compte.

Mais nous nous intéressons particulièrement au rôle de la composante *médiative* des pratiques enseignantes de la double approche, c'est-à-dire la dimension des pratiques qui renseigne sur les choix du professeur dans les déroulements en classe : la dévolution des consignes, l'accompagnement de l'activité des élèves pouvant conduire à différentes formes d'aides de la part de l'enseignant, à différentes modalités de travail ou encore à la récupération des connaissances mises en jeu au fil de cette activité, etc.

D'une certaine façon c'est bien cette dimension des pratiques enseignantes qui nous semble caractériser ce que nous appelions plus haut dans le texte de façon quelque peu naïve « gérer l'activité mathématique de la classe ». Mais l'imbrication avec les autres composantes des pratiques enseignantes nous permet en quelque sorte de ne pas totalement négliger pour autant, d'autres dimensions susceptibles d'appréhender plus largement ce que nous avons désigné ci-avant par « la gestion de la classe ».

Pour apprécier les activités mathématiques des élèves, nous reprenons les outils théoriques proposés par Robert, toujours en référence à la double approche (Robert 2005, Robert et al. 2012). En particulier, nous appréhendons la nature des connaissances, anciennes ou nouvelles, que les élèves sont amenés à mettre en fonctionnement à partir des tâches qui leurs sont proposées. Nous apprécions également le niveau de mise en fonctionnement de ces connaissances en distinguant un niveau mobilisable si l'énoncé ou le contexte dans lequel il est posé est porteur d'informations sur le type de connaissances à convoquer, d'un niveau disponible dans le cas contraire.

Nous caractérisons aussi des adaptations de ces connaissances convoquées, au fil des tâches prescrites, et ce, tant dans nos analyses *a priori*, que dans nos analyses de déroulements. Nous repérons ainsi les modes de reconnaissance des connaissances à utiliser, leurs modalités d'application, les introductions d'intermédiaires (notations, points, tracés, etc.) voire d'étapes intermédiaires (par exemple, l'utilisation répétée d'un théorème), les mélanges de cadres (algébriques et géométriques) ou de notions, etc...

Nous prêtons enfin une attention particulière à la façon dont les connaissances effectivement mises en jeu par les élèves peuvent être exposées et récupérées, voire institutionnalisées. En effet, nos travaux antérieurs (Coulange 2012) sur les pratiques d'enseignants débutants en collège ZEP montrent qu'il s'agit d'un point d'achoppement fréquent dans les pratiques enseignantes, ce qui a sans nul doute contribué à nous sensibiliser à la nécessité de ces étapes ou phases collectives dans les apprentissages des élèves dans le cadre à la fois de la recherche sur les pratiques enseignantes et de la formation des enseignants.

III. Analyse *a priori* de deux exercices (triangle rectangle et cercle circonscrit) en formation initiale

Nous centrons notre propos sur un dispositif de formation expérimenté auprès de futurs enseignants qui vise à dépasser le postulat naïf exprimé ci-avant au sujet d'un lien entre la gestion de la classe et la gestion de l'activité mathématique des élèves.

Dans le cadre de ce dispositif, nous utilisons une vidéo filmée dans la classe de Quatrième d'un professeur de collège stagiaire (alors en deuxième année de formation à l'IUFM d'Aquitaine), en mars 2009. Cette classe de Quatrième ne présente pas de particularités notables du point de vue du public d'élèves concerné : elle n'est ni située dans une Zone d'Education Prioritaire ni *a contrario* dans un environnement particulièrement favorisé. Le jeune enseignant, Vincent, a accueilli l'une d'entre nous dans sa classe et a été filmé à l'occasion de deux séances successives (d'environ une heure chacune), en nous précisant que cette configuration de son emploi du temps ne lui paraissait pas favorable : il nous a fait part de ses difficultés récurrentes à maintenir l'attention de ses élèves à la fin de la deuxième heure de cours. La première heure de cours a été consacrée à un rappel des propriétés géométriques attenantes au triangle rectangle et au cercle circonscrit : sur la base de figures construites au préalable à main levée par l'enseignant au tableau, les élèves ont été sollicités pour formuler ces propriétés.

Il est intéressant de noter qu'à l'occasion de cette situation de rappel, Vincent a cherché à exploiter et transposer des contenus de la formation reçue à l'IUFM : son insistance sur la formulation par les élèves des propriétés (sans imposer de revenir à la formulation donnée au préalable en cours), le type de figures géométriques représentées au tableau permettant de distinguer les hypothèses et les conclusions des dites propriétés (Kerboeuf et Houdebine 2005) s'inspirent d'apports faits à l'occasion d'une des séances de formation qui a précédé.

Toutefois, ce n'est pas le film de cette première heure de cours qui est au cœur de notre dispositif actuel de formation. Quand le temps le permet, nous en montrons parfois quelques extraits pour donner une idée du contenu de cette situation de rappel aux futurs enseignants et donner une idée du contexte posé en amont des énoncés d'exercices analysés par la suite, mais nous ne nous attardons pas sur l'analyse de ces extraits filmiques.

Le dispositif de formation se centre sur les deux exercices donnés aux élèves à la suite de cette situation de rappel, et qui font l'objet de la deuxième séance filmée dans la classe. Ces deux énoncés visent explicitement le réinvestissement des notions enseignées au préalable. Ces deux exercices sont extraits du manuel utilisé dans la classe (Phare 4[e], édition 2007, Hachette). Nous présentons ci-après les résultats de notre analyse *a priori* des deux énoncés en question, suivant l'ordre dans lequel Vincent a planifié de les mettre en œuvre dans sa classe.

3.1 Analyse *a priori* d'un premier énoncé

33 Les droites (RN) et (OD) sont sécantes au point E. Démontrer que le quadrilatère $ROND$ est inscrit dans un cercle dont on précisera un diamètre.

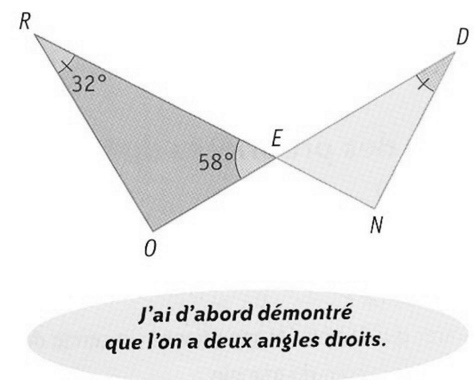


Figure 1. *Énoncé du premier exercice proposé aux élèves*

Différents éléments de contexte (à savoir : la situation de rappel qui a précédé, l'inscription explicite au sein du chapitre concerné) nous invitent à considérer dans notre analyse *a priori* de cet énoncé que le choix de la propriété à appliquer n'est pas vraiment laissé à la charge des élèves. Il paraît clair qu'il s'agit de mobiliser des connaissances en lien avec les propriétés précitées sur le triangle rectangle et le cercle circonscrit. De plus, la nature perceptivement rectangle des deux triangles représentés sur le dessin et la consigne incitant à « *trouver un cercle en en précisant le diamètre* » constituent des indices potentiels quant au choix de la propriété à convoquer : « *un triangle rectangle est inscrit dans un cercle qui a pour diamètre l'hypoténuse de ce triangle* » et non sa réciproque. Il n'en demeure pas moins que l'accomplissement de cette tâche par les élèves nécessite *a priori* plusieurs adaptations de connaissances.

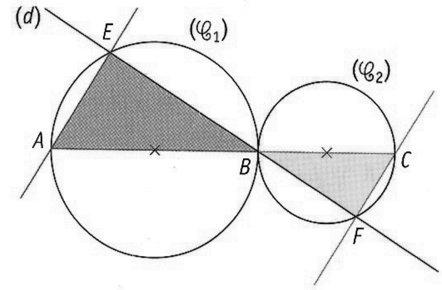
L'indication donnée « *j'ai d'abord démontré que l'on a deux angles droits* » suggère un découpage de la tâche indiquée dans l'énoncé. En exploitant cette indication, il s'agit dans un premier temps de démontrer que les angles $\widehat{ROE}$ et $\widehat{END}$ sont droits : le choix de la méthode est forcé. Le calcul des mesures de ces deux angles nécessite toutefois l'introduction de plusieurs étapes intermédiaires. Pour prouver que $\widehat{ROE}$ est un angle droit, il est nécessaire de convoquer la propriété de la somme des angles d'un triangle. Afin de montrer que DEN est également rectangle en N, il s'agit de décoder sur la figure l'égalité des angles $\widehat{EDN}$ et $\widehat{ERO}$, utiliser la propriété des angles opposés par le sommet pour conclure à l'égalité des angles $\widehat{OER}$ et $\widehat{DEN}$ et enfin à nouveau utiliser la propriété de la somme des angles d'un triangle. Les connaissances supposées disponibles au fil de ces étapes sont toutefois anciennes et correspondent à des notions préalablement enseignées en classe de Cinquième.

Pour répondre à la question posée dans l'énoncé, l'introduction d'un intermédiaire reste nécessaire. Il s'agit à partir des deux angles droits de conclure que les triangles ROD et RND sont respectivement rectangles en O et en D. Or ces deux autres triangles ne sont pas tracés ou *apparents* sur la figure donnée, alors que ROE et END le sont, dans la mesure où leur surface apparaît colorée sur le dessin. Il s'agit donc de compléter mentalement ou effectivement la figure initiale. Certes on peut envisager que la consigne puisse inviter les élèves à compléter soit mentalement, soit effectivement la figure donnée afin d'obtenir le quadrilatère ROND évoqué, et dès lors à identifier les deux triangles en question. Toutefois, un élément d'ordre matériel semble pouvoir interdire le tracé effectif de ROND, ou *a minima* de [RD] : le fait que l'énoncé soit disposé sur une page du manuel des élèves (et non sur un support photocopié) sur laquelle il paraît exclu de dessiner. Il est toujours possible de tracer une figure à main levée sur une feuille ou un cahier, mais à moins que l'enseignant ne donne explicitement une indication, ou qu'une coutume ne soit préalablement instaurée dans sa classe dans ce sens, cela représente une initiative qui peut paraître inhabituelle, ou « en rupture de contrat didactique » pour les élèves. Robert (2005) signale qu'une telle adaptation de connaissances, liée à l'introduction d'un intermédiaire (d'un point, d'un segment, de notations) dans le cadre d'une démonstration en géométrie semble peu fréquente. Si cette adaptation est effectivement laissée à la responsabilité des élèves, elle peut d'ailleurs avoir une influence nette sur leur réussite dans la résolution d'un exercice (Robert et al. 2012). De plus, dans le cas présent, cette adaptation de connaissances est potentiellement entravée par l'organisation matérielle de la tâche prescrite, ce qui nous conduit *a priori* à en souligner le caractère important.

Enfin, afin d'accomplir la tâche mathématique prescrite, un dernier type d'adaptation de connaissances est à l'œuvre. Il s'agit à nouveau d'introduire une étape : appliquer deux fois le théorème du cercle circonscrit aux deux triangles ROD et RND en repérant leur hypoténuse commune afin de conclure au caractère cocyclique des points R, O, N, D (puisque appartenant au même cercle de même diamètre, l'hypoténuse commune des deux triangles en question). Cette adaptation de connaissances concerne d'ailleurs des connaissances mathématiques nouvelles puisque relatives à ce théorème enseigné en Quatrième.

3.2 Analyse *a priori* d'un deuxième énoncé

13 Le point B appartient au segment $[AC]$. Le cercle $(\mathscr{C}_1)$ a pour diamètre $[AB]$ et le cercle $(\mathscr{C}_2)$ a pour diamètre $[BC]$. La droite (d), qui passe par le point B, coupe le cercle $(\mathscr{C}_1)$ en E et le cercle $(\mathscr{C}_2)$ en F.



1) Démontrer que : $(AE) \perp (d)$.
2) Démontrer que : $(AE) \mathbin{//} (FC)$.

Figure 2. *Enoncé d'un deuxième exercice proposé aux élèves*

Du fait du contexte dans lequel l'exercice est posé, de la nature de la figure (qui fait apparaître des cercles et des triangles), on peut considérer que les connaissances à mobiliser apparaissent encore plus clairement aux élèves que pour l'énoncé précédent. Les données indiquées par le texte de la consigne permettent de préciser que les hypothèses concernent cercles et diamètres (et non triangle rectangle) et qu'il s'agit sans doute d'appliquer la réciproque de la propriété principalement convoquée dans l'exercice précédent, à savoir le fait qu'un triangle ayant pour côté le diamètre d'un cercle et pour sommet un troisième point de ce cercle est rectangle en ce point. La première question nécessite de mobiliser cette connaissance nouvelle pour conclure au fait que les droites (AE) et (d) sont perpendiculaires : cela nécessite un changement de point de vue car on doit passer du fait qu'un triangle est rectangle à la perpendicularité de deux droites. On peut cependant supposer que la figure où les droites, mais aussi les triangles par le biais de leurs surfaces colorées apparaissent, constituent une aide. La deuxième question « *démontrer que (AE)//(FC)* » nécessite l'introduction d'étapes laissée *a priori* à l'initiative de l'élève : mobiliser la propriété déjà utilisée dans la question 1 avec le même type de changement de point de vue ; conclure à la perpendicularité des droites (FC) et (EB) et après avoir signalé que (EB) et (EF) sont confondues du fait de l'appartenance des trois points à la droite (d) ; convoquer la propriété « *deux droites perpendiculaires à une même troisième* » pour démontrer la conclusion attendue. On peut envisager dans notre analyse *a priori* que cette introduction d'étapes fasse difficulté ou soit source d'erreurs ou d'oublis de la part des élèves. Par exemple, il est possible que les élèves oublient d'expliciter que (EB) et (EF) sont confondues du fait de l'évidence perceptive de ce fait. Mais cette introduction d'étapes ne paraît pas complexe, du moins en comparaison de l'activité mathématique convoquée *a priori* par l'exercice précédent. En effet, la première étape met en fonctionnement des connaissances nouvelles, mais la propriété à convoquer l'a déjà été lors de la question précédente, et dans le même type de chaînon déductif ; de plus, le triangle concerné apparaît clairement sur la figure (du fait de sa surface colorée). La troisième et dernière étape convoque une connaissance ancienne sur « *deux droites perpendiculaires à une même troisième* », que l'on peut supposer disponible pour des élèves de ce niveau. Notre analyse *a priori* de ce deuxième énoncé tend à laisser penser que sa difficulté est moindre par rapport au précédent, ce qui paraît d'ailleurs conforme au classement apparent de ces deux exercices dans le manuel.

On peut dès lors s'étonner que l'enseignant ait choisi de donner aux élèves les deux exercices dans un ordre qui apparaît inversé par rapport à la progressivité des apprentissages visés. Est-ce parce qu'il n'a pas identifié les difficultés potentielles, relativement à la résolution de chacun de ces exercices ? Du fait de la numérotation des exercices du manuel, cela paraît peu probable. Au vu de ses commentaires sur ses difficultés dans la gestion du groupe classe à la fin de deux heures consécutives de cours, on peut raisonnablement faire l'hypothèse que Vincent pense proposer un deuxième exercice assez simple pour s'assurer que les élèves puissent s'engager dans sa résolution plus aisément, et dès lors espérer maintenir leur engagement dans l'activité mathématique. Cette hypothèse semble pouvoir être confirmée par l'analyse des déroulements associés aux deux exercices, qui montre notamment que Vincent semble au fait de certaines des adaptations de connaissances liées à la résolution du premier exercice proposé à ses élèves. Notamment, il a visiblement anticipé celle que notre analyse *a priori* permet d'identifier comme la plus à même d'être à l'origine de difficultés de la part des élèves : l'identification d'une sous-figure non apparente sur la figure de départ nécessitant un tracé intermédiaire qui semble particulièrement délicate (du fait de la nature même de cette adaptation et des conditions matérielles de la tâche prescrite), afin de démontrer la propriété visée. Nous y revenons par la suite.

3.3 Quelques mots des analyses *a priori* effectuées en formation initiale

Cela fait plusieurs années que nous demandons à des futurs enseignants (première ou deuxième année de master en enseignement de mathématiques, fonctionnaires stagiaires) d'effectuer une analyse *a priori* de ces deux exercices. Dans certaines situations de formation initiale, les étudiants ou enseignants stagiaires concernés ont été préalablement familiarisés avec les adaptations de connaissances distinguées par Robert (2005). Ainsi, dans nos scénarios de formation initiale les plus récents, nous avons présenté et « *fait tourner* » en amont une grille d'analyse d'exercices[3] inspirée de ces adaptations de connaissances sur plusieurs exemples d'énoncés.

3 Fournie en annexe de ce texte.

Par ailleurs, nous informons toujours les futurs enseignants de quelques éléments de contexte à même d'éclairer les choix de l'enseignant dont ils ont à analyser et à observer les pratiques (*grosso modo* ceux détaillés ci-avant : ressenti de l'enseignant sur les deux heures consécutives d'enseignement à assurer, classe de quatrième « ordinaire », etc.).

Les étudiants ou professeurs stagiaires arrivent collectivement à produire des analyses *a priori* qui mettent en exergue les principaux points à retenir des analyses *a priori* présentées ci-avant. Ils identifient les principales adaptations de connaissances à conduire et les origines potentielles des erreurs ou des difficultés d'élèves attenantes à leur réalisation. Ils s'étonnent parfois de l'ordre de succession retenu par l'enseignant de ces deux énoncés, même si d'aucuns avancent que la présence des deux heures consécutives de cours de mathématiques éclaire éventuellement ce choix. Quoiqu'il en soit, les futurs enseignants s'interrogent sur la gestion possible de l'activité mathématique des élèves dans la résolution du premier exercice qu'ils identifient clairement comme plus complexe que le suivant.

IV. Analyses des déroulements de ces deux exercices en formation initiale

4.1 Analyse du déroulement lié au premier exercice

Une aide collective en amont du premier exercice

Avant de demander à ses élèves de résoudre le premier exercice, Vincent représente à main levée au tableau un triangle rectangle et codé comme tel, dans une position qui n'est pas tout à fait stéréotypée (sommet de l'angle droit conservant l'orientation de la figure de l'exercice). Il demande d'abord à une élève de tracer le centre du cercle circonscrit à ce triangle, en précisant la propriété utilisée (restée indiquée au tableau parmi d'autres) et en codant le fait que le point correspondant est le milieu de l'hypoténuse. Vincent complète alors le dessin (au tableau) en traçant un deuxième triangle rectangle, et codé comme tel, d'hypoténuse identique au précédent :

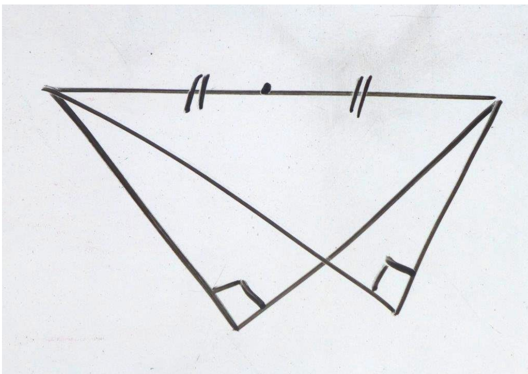


Figure 3. *Deux triangles rectangles d'hypoténuse identique*

Il demande aux élèves ce que l'on peut en conclure pour ce deuxième triangle, première question posée qu'il reformule presque immédiatement en la suivante : *le centre du cercle circonscrit il est où ?* Les élèves répondent rapidement à cette question : *ben, le même centre que l'autre triangle*. Vincent fait dès lors repréciser qu'il s'agit du milieu de l'hypoténuse, que l'hypoténuse est commune aux deux triangles. Un élève évoquant la présence d'un troisième triangle rectangle apparent sur la figure, l'enseignant suggère très fugitivement le lien à venir entre cette figure (le "petit triangle" évoqué par l'élève) et l'exercice à venir : « *On verra // vous verrez ça peut-être dans un exercice ».* Ce bref commentaire nous invite à penser que Vincent a anticipé une des principales adaptations de connaissances à l'œuvre dans le premier énoncé proposé par la suite, au moins en partie et que le travail effectué ici collectivement a pour principal objectif d'aider les élèves à accomplir l'exercice concerné en relative autonomie. L'enseignant complète ensuite le dessin à main levée en traçant le cercle circonscrit, tout en commentant la construction à l'oral.

Cet épisode est suivi d'un autre consacré à la mobilisation collective de la deuxième propriété retravaillée avec les élèves à l'occasion de la première heure de cours, sur la même figure. En partant du constat que la médiane ainsi tracée correspond à un rayon du cercle et que dès lors, sa longueur égale la moitié de celle du diamètre, il s'agit d'en déduire que le triangle ainsi construit est rectangle.

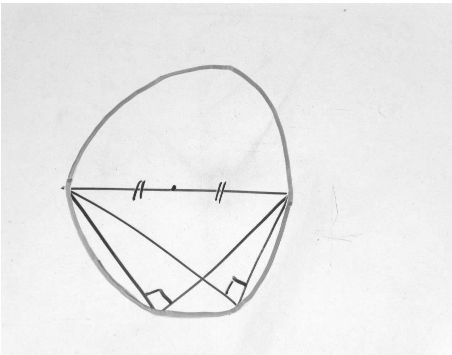
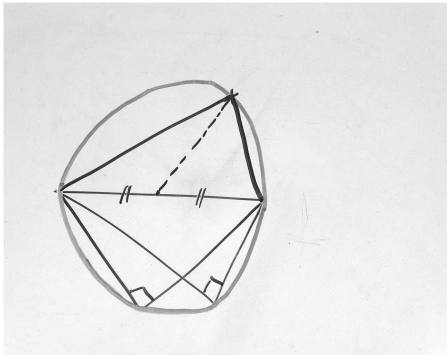
 *Figure 4.a*	 *Figure 4.b*
Bon / c'est le cercle circonscrit / enfin c'est le cercle qui a pour diamètre l'hypoténuse de ce triangle qui est rectangle donc qui est circonscrit / qui passe par les trois sommets /// mais comme ce triangle rectangle a la même hypoténuse donc le milieu qui / ce sera le même milieu /// de rayon ce sera le même rayon // ce sera le même cercle circonscrit [...][4]	*Alors / maintenant / je prends n'importe quel point sur le cercle // d'accord ? Je le prends de l'autre côté [en traçant un point appartenant à la partie du cercle, en haut, légèrement à droite] pour qu'on y voit plus clair /// [Vincent relie ce nouveau point aux extrémités du diamètre du cercle déjà tracé, puis la médiane du triangle ainsi obtenu] Ceci est une médiane parce que ça passe par le milieu d'un côté et ça rejoint le sommet opposé // Qu'est-ce que vous pouvez dire de la médiane / relative au diamètre du cercle ?*

Figure 4. *Figures et extraits de transcription – préambule à la résolution du premier exercice*

Ces épisodes semblent bel et bien faire fonction d'une aide collective destinée à épauler les élèves dans la réalisation de la tâche attenante à la résolution du premier exercice donné qui va être prescrit par la suite. L'enseignant fait apparaître la sous-figure (figure 4.a) qui s'avère être la sous-figure clé pour résoudre cet exercice : elle permettrait de lever l'adaptation de connaissance identifiée comme la plus importante pour les élèves dans notre analyse *a priori*. On pourrait d'ailleurs supposer que cette aide préalable permette aux élèves de lever aisément les difficultés envisagées dans cette analyse *a priori* à ce sujet. C'est une hypothèse communément formulée lorsque l'on fait visionner l'extrait de vidéo correspondant à des futurs enseignants en formation initiale : une partie des étudiants ou fonctionnaires stagiaires supposent que les élèves de Vincent vont finalement résoudre aisément le premier exercice.

Une adaptation de connaissance « impossible » qui met en échec la quasi-totalité des élèves

De fait, cette hypothèse est invalidée par l'analyse de la suite du déroulement. A partir de l'analyse des données filmiques, on constate que de nombreux élèves résolvent les premières étapes sous-jacentes à la résolution de l'exercice sans difficulté apparente. Ils effectuent les calculs attendus sur les mesures des angles des triangles RON et END en lisant les indications données sur la figure, et en appliquant les propriétés correspondantes (somme des angles d'un triangle, angles opposés par les sommets). Les adaptations de connaissances anciennes ne semblent donc pas poser problème à une majorité d'élèves de la classe qui arrivent ainsi à démontrer que ces deux triangles sont rectangles. Pour autant, presque tous (sauf un élève) s'arrêtent ici dans la résolution de l'exercice. Ils ne « voient » pas le tracé intermédiaire de [RD], ou les deux autres triangles rectangles de base commune [RD] comme la clé pour poursuivre leur démonstration. Notons d'ailleurs que presque aucun élève ne semble avoir produit de dessin à main levée ou avoir tenté de reproduire la figure sur son cahier. Remarquons également que l'on voit certains élèves évoquer d'un signe de la main le tracé d'un cercle « *imaginaire* » de centre E (ce point ayant la position la plus apparemment « *centrale* » sur la figure déjà représentée dans le manuel). Ainsi ce qui pouvait avoir été pensé comme une aide collective donnée en amont par Vincent ne permet pas dans les faits de lever la difficulté attenante à cette adaptation importante de connaissances mathématiques dans la résolution de l'exercice.

Dans un contexte de formation initiale, les futurs enseignants s'étonnent *a posteriori* de l'inefficacité de l'aide pourtant livrée en amont qui pour certains était susceptible de lever la principale difficulté du premier exercice. Nous les amenons dès lors à s'interroger sur le point de vue possible des élèves de la classe sur l'enchaînement de ces deux épisodes : l'aide provoquée par l'enseignant et gérée de manière collective, puis la résolution individuelle de l'exercice par les élèves. Cela nous conduit à envisager que dans le cas présent, le projet du professeur n'est pas « lisible » pour les élèves qui ne décodent pas les attentes de leur enseignant demeurées implicites.

Nous rentrons alors dans un troisième et dernier temps d'analyse du déroulement associé à ce premier exercice. Comment Vincent gère-t-il la suite du déroulement associé à la résolution de cet exercice ? Nous explicitons en formation initiale que ce qui se passe relève d'un *incident*, c'est-à-dire d'une manifestation publique d'un élève ou d'un groupe d'élèves (au sens où elle s'intègre à la dynamique de la classe) en

4 Dans le codage de transcription utilisé, / (court) ou // ou /// (plus long) marquent la durée de pauses énonciatives « de souffle » (pauses à l'intérieur d'un énoncé).

relation avec l'enseignement et en décalage négatif par rapport à l'ensemble des réponses correctes envisageables, compte tenu de la tâche proposée (Roditi 2003).

Ceci nous amène à faire émerger l'hypothèse d'une certaine fréquence de tels incidents dans les classes qu'ont d'ailleurs parfois ces futurs enseignants en responsabilité. Le professeur (novice mais aussi chevronné) n'est pas toujours à même d'anticiper le déroulement associé à la résolution d'un exercice et doit faire face à des imprévus de ce genre. D'un certain point de vue, cela vient conforter l'utilité potentielle du travail d'analyse *a priori* conduit auparavant avec les étudiants ou futurs enseignants mais permet aussi d'en pointer certaines limites possibles (car il reste malgré tout difficile voire impossible de tout anticiper ou de savoir comment réagir *in situ*).

La correction de l'exercice par un élève envoyé au tableau

Vincent commence par faire une figure à main levée au tableau qui reproduit celle de l'énoncé du livre. Il choisit d'envoyer un premier élève au tableau pour corriger la première partie de l'exercice qui consiste à prouver que les angles $\widehat{ROE}$ et $\widehat{END}$ sont droits. L'élève écrit rapidement les deux propriétés en jeu (la deuxième est d'ailleurs énoncée de manière incomplète) : « *la somme des angles d'un triangle est égale à 180° », « les angles opposés sont égaux* ». Vincent commente très rapidement ce qui est écrit au tableau par cet élève, souligne le rôle du codage qui donne des indications pour aboutir, puis l'invite à écrire les égalités de mesure d'angles correspondantes permettant d'aboutir à la mesure des deux angles[5] $\widehat{ROE}$ et $\widehat{DEN}$:

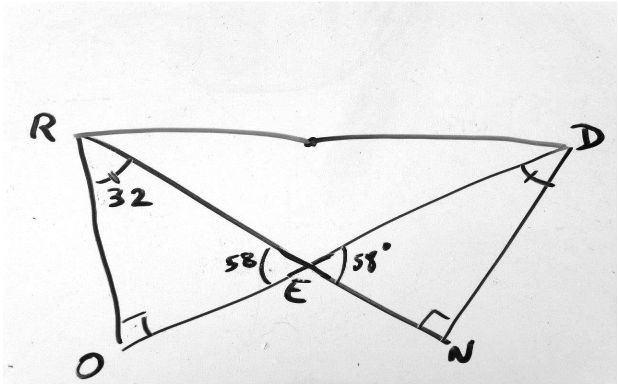
$$\widehat{ROE}=180-(32+58)$$
$$\widehat{ROE}=90°$$
$$\widehat{END}=180-(32+58)$$
$$\widehat{END}=90°$$

On remarque que si certains élèves semblent recopier la dite correction ainsi faite au tableau, d'autres suivent assez peu ce qui semble se dérouler au tableau continuant à tenter de résoudre la suite de l'exercice.

Vincent ne s'attarde d'ailleurs pas sur ce premier temps de correction, ce qui peut sembler raisonnable étant donné que la plupart de ses élèves semble avoir franchi ces premières étapes dans la démonstration attendue. Ce qui peut sembler plus étonnant est la manière dont il gère la suite du déroulement. En effet après avoir demandé : « *quelqu'un a une idée ? »* pour poursuivre la démonstration, il envoie un deuxième élève au tableau qui semble être le seul à avoir réussi à résoudre l'exercice.[6] Vincent lui demande oralement : « *David, il a choisi de travailler dans quels triangles ? »* L'élève semble alors vaguement dessiner en l'air le segment [RD]. Vincent l'aide rapidement à compléter la figure tracée à main levée au tableau en effectuant le tracé intermédiaire de ce segment et en en indiquant le milieu. Puis l'enseignant poursuit en dialoguant essentiellement avec l'élève envoyé au tableau et en appuyant son discours sur la figure ainsi apparente au tableau.

5 On note dans l'écrit au tableau une confusion entre angles et mesure d'angles.

6 Qui pour l'anecdote avait déjà rencontré cet exercice dans le cadre d'un travail en soutien et semble s'être contenté de restituer la dite solution.



Vincent : RDN rectangle en N.…Alors…Alors ça [en montrant [RD] au tableau] est l'hypoténuse de quel triangle ? [élève au tableau : RDO, RDN]RDO, s'il vous plaît ceux qui n'ont pas trouvé, RDO rectangle en O et RDN rectangle en N. Le milieu de l'hypoténuse, Alors [RD] c'est l'hypoténuse de quel triangle ? C'est l'hypoténuse des deux triangles. Ils sont rectangles. Quel est le cercle circonscrit à chacun de ces triangles ?

Elève (au tableau) : Ben là [en montrant le milieu de [RD] ça c'est le centre.

Vincent : Ouais le milieu de [RD] est le centre du cercle circonscrit, d'accord ?

Elève (au tableau) : le diamètre c'est [RD] (…)

Vincent [pendant que l'élève écrit] : donc [RD] c'est à la fois le diamètre du cercle circonscrit du triangle, au triangle … à quel triangle, justement ?

Elève (au tableau) : aux deux…

Vincent : RND et ROD, donc on va conclure quand même R, N, O, D appartiennent au même cercle.

Figure 5. *Figure et extraits de transcription – correction du premier exercice*

Comme l'extrait de transcription cité ci-dessus en atteste, ni Vincent, ni l'élève envoyé au tableau ne vont, de fait, revenir sur le tracé intermédiaire de [RD] lors de cet épisode de correction. La principale adaptation de connaissance qui semble avoir fait défaut à la quasi-totalité des élèves est dès lors passée sous silence ou gérée comme si elle était « *transparente* ». On peut d'ailleurs noter que les élèves qui suivent la correction ne semblent pas avoir reproduit la figure tracée à main levée au tableau, se contentant d'écrire le texte démonstratif copié au tableau par l'élève (parfois sous la dictée du professeur). Remarquons également qu'un certain nombre d'entre eux semblent se désintéresser visiblement de la fin de la correction de ce premier exercice.

4.2 Quelques éléments d'analyse du déroulement lié au deuxième exercice

Cette démobilisation apparente des élèves semble entraver le déroulement associé au deuxième exercice que l'enseignant leur donne à résoudre en suivant. En effet, alors que notre analyse *a priori* nous a permis d'affirmer une difficulté moindre de ce deuxième énoncé au regard des adaptations de connaissances à mettre en œuvre pour le résoudre, la plupart des élèves de Vincent ne s'engagent pas dans la dite résolution. On constate alors une agitation croissante dans la classe (avec des élèves qui discutent, ou se mettent à faire autre chose que des mathématiques), une difficulté visible de la part de l'enseignant à maintenir le calme à la fin de cette deuxième heure de cours.

4.3 De retour à la situation de formation initiale…

Un point de départ sur « gérer l'activité mathématique des élèves et/ou la classe »

Ce désinvestissement apparent des élèves à l'issue de la correction du premier exercice nous permet d'interroger les relations entre la gestion de l'activité mathématique des élèves et la gestion de la classe dans un contexte de formation initiale. Les futurs enseignants auprès de qui nous avons pu faire jouer le scénario de formation décrit ci-avant, identifient que l'épisode de correction joue un rôle non négligeable dans la gestion de classe rendue délicate en fin de séance. C'est l'occasion d'expliciter le lien visible dans le cas présent (et ce n'est pas si fréquent) entre la gestion de l'activité mathématique des élèves et la gestion plus globale de la classe, ou d'un climat de classe.

Vers l'élaboration d'alternatives : enseigner la démonstration au collège ?

A la suite de ce constat, suivant un scénario classique de formation qui se réfère au cadre de la double approche (Robert et al. 2012), nous interrogeons les étudiants ou fonctionnaires stagiaires sur les alternatives possibles dans le déroulement associé à la correction ou en amont, à la résolution de ce premier exercice. Les futurs professeurs mettent dès lors en avant des alternatives possibles qui s'avèrent pour certaines locales et « *au plus près* » du déroulement observé (par exemple stopper les élèves dans la recherche de l'exercice, les questionner sur quels triangles permettraient de répondre à la question posée, etc.), qui correspondent pour d'autres à des choix plus globaux dans la gestion de l'activité des élèves dans le travail démonstratif (par exemple, encourager les élèves à faire des figures à main levée avant d'amorcer une démonstration). Mais rapidement, quelles qu'elles soient, les alternatives proposées conduisent les formateurs et les formés à réinterroger ensemble l'enseignement du type d'adaptation des connaissances mise ici en défaut dans l'activité observable des élèves de Quatrième de Vincent : l'identification de sous-figures clés pour produire une démonstration, à même de nécessiter l'introduction d'intermédiaires (comme un point ou dans le cas présent, un segment).

C'est d'ailleurs bien parce que ce qui est en jeu ici n'est pas à proprement parler de l'ordre des savoirs théoriques (liés aux propriétés ou aux théorèmes dans le domaine de la géométrie) mais de la mise en fonctionnement des connaissances liées à ces savoirs que la question des alternatives possibles au déroulement observé n'est pas si simple à régler. Comme nos étudiants ou nos futurs enseignants l'explicitent assez bien, les alternatives parfois proposées ont vite fait à l'instar du déroulement observé dans la classe de Vincent, de « *passer sous silence »* la problématicité inhérente à la résolution du premier exercice. Il est plus difficile qu'il n'y paraît d'en envisager une qui soit complètement satisfaisante au regard du critère que nous leur livrons souvent en formation : en quoi la résolution de cet exercice ou sa correction va-t-elle outiller les élèves dans l'accomplissement d'une tâche mathématique proche à l'avenir ? C'est dans cette perspective que nous envisageons dès lors avec nos futurs enseignants, la possibilité, de formulations relatives à la mise en fonctionnement de connaissances dans la résolution de cet exercice, que nous livrons ci-après dans une forme décontextualisée.

- Repérer ou faire apparaître à l'aide de tracés supplémentaires (point, segment, etc...) des configurations géométriques connues (liées aux propriétés géométriques mises à l'étude)

- Explorer les avancées potentielles de chacune des configurations ainsi envisagées, au regard de la démonstration (ou des pas de démonstration) à produire.
- Identifier parmi ces avancées, celles qui constitueront le chemin démonstratif à emprunter pour répondre à la question initialement posée.

Ceci nous conduit également à considérer avec nos étudiants, qu'une condition nécessaire à de telles mises en mots de l'activité mathématique est que les mises en fonctionnement de connaissances afférentes ne soient pas vécues par les élèves de manière isolée (par exemple à travers la résolution de ce seul exercice). De telles activités de formulation et de décontextualisation doivent nécessairement être prises en charge dans un processus global d'enseignement pratique et praticable de la démonstration en géométrie au collège, dont la conception reste largement à envisager. A ce sujet, nous nous rapprochons d'ailleurs de Castela (2008) qui souligne l'importance de déployer un *curriculum praxique* et non uniquement *théorique* dans l'enseignement des mathématiques.

Un questionnement plus ouvert sur les pratiques enseignantes

En formation initiale, nous questionnons parfois de manière ouverte le choix fait par Vincent d'envoyer un élève au tableau pour corriger ce premier exercice. Nous faisons l'hypothèse que la pratique enseignante correspondante à « *l'envoi d'un élève au tableau à l'occasion d'un épisode correctif* » a été observée par ce professeur stagiaire dans la classe de son tuteur, voire a pu lui être conseillée à l'occasion d'un entretien de formation (à la suite d'une observation dans sa classe par un formateur de l'IUFM ou son tuteur). Nous ne remettons d'ailleurs pas en cause cette pratique mais la « caricature » à même d'être transposée dans la pratique d'un jeune enseignant comme Vincent (Chesné 2006, Robert et al. 2007) en l'absence d'éléments de contexte qui permettent d'en interroger la portée ou d'en affiner la gestion d'un point de vue didactique. S'agit-il d'envoyer un élève en réussite (comme le choisit Vincent dans le cas présent) ou non ? Dans quelle(s) mesure(s) et sous quelle(s) condition(s) l'enseignant intervient-il dans la correction dès lors effectuée au tableau ? Pour quelle(s) raison(s) ? Autant de questions qui comme nous le signalons aux futurs enseignants que nous formons, ne nous paraissent pouvoir être réglées dans un absolu « *non didactique* », ou indépendamment de questions didactiques, relatives à la gestion de l'activité mathématique des élèves.

Quelques perspectives en guise de conclusion…

Nous mettons en œuvre la formation décrite dans cet article dans le cadre de la formation des futurs enseignants de mathématiques depuis quelques années déjà. De manière relativement stable, elle apparaît chaque année être bien accueillie par les futurs enseignants, proposant l'étude d'épisodes filmiques mettant en scène des pratiques entretenant une proximité grande avec les pratiques en construction des formés. Cette formation est un outil qui permet entre autres :

- d'illustrer la nécessité d'une analyse *a priori* des tâches mathématiques prescrites aux élèves, l'examen des adaptations de connaissances induites par ces tâches tout en pointant l'inévitable existence d'incidents dans le déroulement : un projet d'enseignement raisonnable visant à tester la disponibilité de certaines connaissances des élèves, devient dans son déroulement effectif l'occasion d'attester de la non disponibilité de ces connaissances et pose le problème de sa gestion.

- de questionner l'implicite dans un projet d'enseignement pensé pour faciliter certaines adaptations de connaissances et la lecture par les élèves de cet implicite et des attentes de l'enseignant.
- d'étudier un geste professionnel lié à la correction d'un exercice, souvent naturalisé chez nos futurs enseignants, et dont l'un des buts est de viser une plus grande autonomie des élèves dans la réalisation future d'un exercice proche, mettant en jeu des tâches mathématiques du même type.

Cette formation et son déroulement sont également un objet de réflexion sur nos pratiques de formateurs. Elle montre la réticence d'un jeune enseignant, Vincent, à dévoiler à sa classe, lors d'un épisode correctif, des éléments qui relèvent de la mise en fonctionnement de connaissances sur la démonstration, éléments par ailleurs clairement identifiés par lui comme un passage obligé dans la résolution du problème proposé. Si, sans nul doute, ce fait tient, comme nous l'avons mentionné, à ce que ces éléments ne renvoient pas directement à des savoirs théoriques, il met en exergue la nécessité, du côté de la formation, de ne pas se limiter à outiller nos formés à l'identification de tels éléments, mais d'accompagner une réflexion sur la nécessité d'une mise en mots et de la donnée d'un statut à ces éléments jugés cruciaux dans la réussite d'une tâche mathématique donnée.

Cette formation est également l'occasion, comme nous l'avons mentionné, d'expliciter le lien visible entre la gestion de l’activité mathématique des élèves et la gestion plus globale de la classe. Mais si elle permet effectivement de souligner que les questions relatives à la gestion de la classe ne peuvent être réglées seules, en laissant de côté des questions didactiques relevant de la gestion de l'activité mathématique des élèves, elle n'a évidemment pas la prétention de régler la question et montre même toute sa complexité : les alternatives de gestion proposées par les formés tendent globalement à lever certaines des adaptations de connaissances inhérentes aux tâches prescrites, ceci pour pouvoir réengager de manière individuelle les élèves dans la poursuite de l'exercice. Si ces alternatives n'apparaissent pas déraisonnables, elles ont comme point commun de reléguer à plus tard l'épisode collectif de correction et les questions qu'il pose en matière de gestion. Pour autant, dans de tels épisodes collectifs, qu'ils soient orchestrés par l'enseignant seul ou aidé d'un élève sous sa direction, l'activité mathématique des élèves est potentiellement moindre.[7] La question du lien entre gestion de la classe et de l'activité mathématique des élèves se pose alors ici de manière cruciale: « *quelles sont les bonnes raisons qui feront que la classe s'engage dans de tels épisodes ?* ». Cette formation conduit ainsi, nous semble-t-il, à s'interroger également et plus généralement sur les gestions collectives d'épisodes correctifs menés au sein de la classe, à leurs possibilités de variations et à leurs potentialités dans la gestion de l’activité mathématique des élèves.

Bien sûr, le scénario évoqué n’est pas la seule alternative de formation possible qui permette de construire des éléments de réponse aux questions entre didactique et formation, soulevées dans cet article. Comme Robert et al. (2007) le signalent, d’autres

7 A *minima* celle d'écouter et de recopier le tableau.

approches complémentaires dans la formation (tout comme dans la recherche) sont envisageables, voire nécessaires. Par exemple, avec un arrière-plan théorique différent, celui de la théorie des situations didactiques, Bloch (2009) insiste au moins autant que nous, sur la nécessité de considérer des moments transitoires de construction des connaissances (liés à leur mise en fonctionnement dans le contexte de situations à caractère adidactique, leur formulation) en amont de la formalisation de savoirs théoriques, dans le cadre de la formation initiale des futurs enseignants de mathématiques. De la même façon, on peut envisager qu'une partie des choix didactiques faits par Castela (2011) dans la formation disciplinaire qu'elle donne aux futurs enseignants présente des points de proximité avec l'importance accordée à la formulation d'aspects liés à la mise en fonctionnement des connaissances mathématiques. Elle parle bien d'assumer la généricité praxique dans le cadre de la préparation au CAPES et d'enseigner des savoirs sur le fonctionnement mathématique. Toutefois, comme les deux exemples que nous venons de citer l'illustrent bien, les contextes (formation disciplinaire ou didactique) et les stratégies de formation (d'homologie ou d'analyse de pratiques) diffèrent sensiblement. De plus, en lien avec ces différences de stratégies et de contextes de formation, les points de départ et d'arrivée ne sont pas les mêmes. Rappelons que s'agissant de notre propre scénario de formation, nous souhaitions à l'origine, traiter la question des relations entre la gestion de l'activité mathématique des élèves et de la gestion de la classe en formation initiale.

Il nous semble que pour problématiser une telle question avec des futurs enseignants, il est pour le moins avantageux, voire nécessaire de partir des pratiques enseignantes (dans le cas présent, d'un exemple de pratiques). Il s'agit en quelque sorte de ne pas négliger la dimension ergonomique de la double approche peut-être masquée du fait de l'accent mis sur la dimension didactique développée dans l'analyse de l'activité mathématique des élèves. Nous partons des pratiques enseignantes et nous y revenons lorsque par exemple, nous cherchons à interroger la finalité (ou les finalités) possible(s) de l'envoi d'un élève au tableau à l'occasion d'un épisode de correction avec les futurs enseignants. Là encore, le retour au didactique s'opère mais il émerge comme une nécessité pour interroger cette pratique enseignante. Il ne faudrait surtout pas l'oublier car il s'agit bien pour nous d'une des clés essentielles de ce scénario de formation initiale !

Références

BLOCH I. (2009) Les interactions mathématiques entre professeurs et élèves : Comment travailler leur pertinence en formation ? *Petit x,* 81, 25-52.

CASTELA C. (2011) *Le travail personnel au cœur du développement praxéologique des élèves en tant qu'utilisateurs de mathématiques*. Note de synthèse pour l'habilitation à Diriger des recherches, Université Paris 7.

CHESNE J.F. (2006) *La formation des pratiques chez les enseignants du second degré: des passages obligés ?* Mémoire de master, Université Paris 7.

COULANGE L. (2012) Débuter en collège ZEP : quelles pratiques enseignantes ? Un zoom sur deux professeurs de mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques, **32.3**,* 361-408.

KERBOEUF M-P., HOUDEBINE J. (2005) Les figures clés : une idée pour l'apprentissage de la démonstration en 4[e]. *Repères IREM,* **59**, 83-103.

ROBERT A. (2004) Une analyse de séance de mathématiques au collège, à partir d'une vidéo filmée en classe. La question des alternatives dans les pratiques d'enseignants. Perspectives en formation d'enseignants. *Petit x*, **65,** 52-79.

ROBERT A. (2008) La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In Vandebrouk F. (Ed.) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp.59–65). Toulouse : Octarès Editions.

ROBERT A., RODITI E., GRUGEON B. (2007) Diversités des offres de formation et travail du formateur d'enseignants de mathématiques du secondaire. *Petit x,* **74,** 60-90.

ROBERT A., PENNINCKX J., LATTUATI M. (2012) Une caméra au fond de la classe de mathématiques. (Se) former au métier d'enseignant du secondaire à partir d'analyses de vidéos. Presses Universitaires de Franche Comté.

RODITI E. (2003) Régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement. Le cas de la multiplication des nombres décimaux en sixième. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **23.2**, 183-216.

ROGALSKI J. (2008) Le cadre général de la théorie de l'activité. Une perspective de psychologie ergonomique. In Vandebrouk F. (Ed.) La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants (pp. 23–30). Toulouse : Octarès Editions.

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

Annexe

Grille d'analyse d'exercices, utilisée en formation initiale d'enseignants de mathématiques

adaptée de Robert et al. (2012)

Niveau de classe
Place de l'exercice dans le chapitre, dans la progression (première rencontre, avant-pendant-après l'étude d'un thème donné, etc...)
L'énoncé de l'exercice ☐ *convoque des connaissances anciennes* ☐ *convoque des connaissances en cours d'acquisition*
La nature des questions posées ☐ *question fermée (montrer que, calculer, etc...)* ☐ *question ouverte (nécessitant la formulation d'hypothèses, « que peut-on dire de... » etc...)*
Les connaissances en jeu ☐ *fonctionnement* **disponible** *des connaissances (indication des connaissances à utiliser, etc. « en utilisant le théorème de Thalès », etc...)* ☐ *fonctionnement* **mobilisable** *des connaissances (recherche nécessaire des connaissances à utiliser pour résoudre le problème)*
Les mises en fonctionnement des connaissances ☐ *application simple et isolée* ☐ *nécessitant des* ***adaptations***
L'identification des adaptations ☐ *reconnaissance (partielles) des modalités d'application d'une méthode, d'un théorème, etc. (identification de sous-figures clés, etc...)* ☐ *introduction d'intermédiaires (tracés géométriques réorganisateurs, etc...)* ☐ *mélange de plusieurs cadres ou notions (changement de point de vue, jeux de cadres, etc...)* ☐ *introduction d'étapes, organisation du raisonnement (utilisant de théorèmes de manière non indépendante, etc...)* ☐ *utilisation de questions précédentes dans la conduite de la résolution* ☐ *existence de choix dans la résolution*