Thesis

Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation lesson study en mathématiques

BATTEAU, Valérie

Abstract

Cette recherche s'intéresse à l'évolution des pratiques d'enseignants d'école primaire engagés dans un dispositif de formation continue lesson study en mathématiques. Comment les pratiques évoluent-elles ou résistent-elles aux changements lors de ce dispositif de type collaboratif et réflexif ? Le cadre théorique est celui de la double approche didactique et ergonomique. Dans ce dispositif, un groupe d'enseignants et de facilitateurs préparent une leçon, puis l'un des enseignants l'enseigne dans sa classe. En se l'appropriant, il crée des modifications entre la préparation collective (tâche prescrite) et la leçon. L'activité de l'enseignant y est analysée comme un processus de modifications de la tâche prescrite. Cette analyse locale est complétée par une catégorisation des pratiques en i-genre et une analyse en composantes des pratiques. Cette recherche a montré des évolutions des pratiques avant la classe, pendant la classe ou de manière plus indirecte en posture de praticienne formatrice, mais aussi des résistances.

Reference

BATTEAU, Valérie. *Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation lesson study en mathématiques*. Thèse de doctorat : Univ. Genève, 2018, no. FPSE 708

DOI : 10.13097/archive-ouverte/unige:106282
URN : urn:nbn:ch:unige-1062828

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Section des Sciences de l'Éducation

Sous la direction de Stéphane CLIVAZ et Jean-Luc DORIER

Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation *lesson study* en mathématiques

THESE

Présentée à la

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation

de l'Université de Genève

pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'Éducation

par Valérie BATTEAU

de Saint-Brieuc (France)

Thèse No 708

Genève

Mai 2018

UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET
DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Doctorat en sciences de l'éducation

Thèse de Valérie BATTEAU

Intitulée : « Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation lesson study en mathématiques »

*

La Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, sur préavis d'une commission formée par les professeurs : Jean-Luc Dorier, co-directeur, FPSE, Université de Genève ; Stéphane Clivaz, co-directeur, Haute Ecole Pédagogique Vaud ; Christine Mangiante, Université d'Artois, Lens ; Takeshi Miyakawa, Joetsu University of Education, Japon ; Eric Roditi, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Université Paris Descartes ; Bernard Schneuwly, FPSE, Université de Genève

autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

GENEVE, le 18 mai 2018

Le doyen :

Pascal Zesiger

P. Zes

Thèse No 708
Numéro d'immatriculation : 13.349.931

N.B. La thèse doit porter la déclaration précédente* et remplir les conditions énumérées dans les « recommandations aux étudiants qui présentent une thèse ».

Uni Mail
40, boulevard du Pont-d'Arve - CH-1211 Genève 4

UNIVERSITE DE GENEVE
FACULTE DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION
SECTION DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Une étude de l'évolution des pratiques d'enseignants primaires vaudois dans le cadre du dispositif de formation *lesson study* en mathématiques

Valérie Batteau

COMPOSITION DU JURY DE THESE

Stéphane Clivaz (Directeur de thèse), Haute École Pédagogique Vaud

Jean-Luc Dorier (Directeur de thèse), Université de Genève

Christine Mangiante, Université d'Artois, France

Takeshi Miyakawa, Joetsu University of Education, Japon

Éric Roditi, Université Sorbonne Paris Cité, France

Bernard Schneuwly, Université de Genève

Préambule

Cette thèse a été pour moi un parcours riche en rencontres, mais aussi une formation qui m'a fait découvrir et aimer le monde de la recherche en didactique des mathématiques.
Je remercie tout d'abord mes deux directeurs de thèse pour avoir su m'accorder leur confiance

- Jean-Luc pour ses conseils avisés, pour sa direction toujours efficace et pour sa patience surtout aux débuts semés de doutes...
- Stéphane pour sa disponibilité, son sérieux, son soutien sans faille tout au long de ces six années, ses conseils avisés... Stéphane a été à la fois le responsable de l'UER MS les premières années, mon directeur de thèse et l'un des deux formateurs du dispositif *lesson study*... Il a su jongler avec brio avec toutes ces casquettes et m'apporter le meilleur de lui-même tant pour me former au métier de formatrice qu'au métier de chercheur. Encore merci !

Je remercie toutes les personnes avec qui j'ai partagé cette aventure
Mes collègues de l'UER MS

- Michel pour notre collaboration durant ces six années sur le cours BP21-22, collaboration qui nous a mené à des communications dans des colloques et à l'écriture d'un article. Mais aussi pour ta disponibilité, ton soutien et aussi pour m'avoir libérée du temps pour la rédaction de la thèse
- toute l'équipe des formateurs du BP21-22 et du BP53 qui m'ont ouvert leur porte des séminaires et avec qui j'ai énormément appris
- mes trois collègues de bureau Christian, Francesca et Luco, ainsi qu'Audrey pour leur soutien et nos discussions qui ont ensoleillées mon quotidien pendant ces six années
- Thierry, sans qui rien n'aurait été possible, par le hasard des rencontres au RMT 2012 à Lyon lorsque j'étais enseignante de maths. Grâce à toi, j'ai postulé au poste d'assistante et j'ai pu commencer cette thèse... Merci aussi pour tes relectures et tous les échanges qu'on a pu avoir tout au long de ces six années
- mais aussi Anne, Muriel, Jimmy, Martine, Stéphanie, Sveva, Jean-Christophe, Corinne, Denis, Yves, Tristan, Arnaud, Alain avec qui j'ai pu partager de bons moments lors des pauses cafés ou dans des colloques...

L'équipe DimaGe, pour tous les bons moments partagés ensemble pendant ces six années tant en colloques qu'à l'UniGe. En particulier merci à Audrey pour m'avoir proposée de participer à son séminaire de recherche, à Sylvia pour m'avoir ouvert les portes de son séminaire de recherche, à Jana pour ses relectures en anglais, à François pour m'avoir ouvert les portes de son cours, à Céline, Maud, Sylvie, Christine...

L'association des assistants de la HEP, en faisant partie des membres fondateurs, cela m'a permis de connaître le fonctionnement de la HEP, de partager des moments tant conviviaux que scientifiques. Merci aux assistants de la 1ère volée : Domitille, Anne-Françoise, Daniel, Mathieu, Valérie S., Méliné, Crispin, Oliver, Sabrina, Léonie, Mandira et à ceux qui nous ont rejoint dans les volées successives : Valérie T., Antoine, Julie, Julien, Marie-Laure, Francesca...

Les jeunes chercheurs de l'ARDM avec qui j'ai partagé de nombreux week-ends WEJCH, écoles d'été de l'ARDM, école d'été YESS, séminaires de l'ARDM... Merci à Charlotte, Assia, Dominique, Edith, Sophie, Léonard, Christian, Soraya, Anne, Laetitia... Et en particulier à Blandine, Julie et Karine avec qui j'ai organisé le WEJCH 2017

Les enseignants qui ont participé au dispositif LS : Valentine, Océane, Anaïs, Marie, Vanessa, Marius, Caroline, Edith qui ont accepté en plus des séances collectives de m'ouvrir la porte de leur classe au début, pendant et à la fin des *lesson study*.
Merci à Anne, la facilitatrice des *lesson study*, qui m'a beaucoup apporté en tant que formatrice, mais aussi sur le plan de la recherche par toutes nos discussions.

Les membres du laboratoire 3LS avec qui j'ai pu partager mes travaux et réflexions à plusieurs reprises tout au long de cette thèse : Stéphane, Anne, Daniel, Sveva, Sandrine, Julien, Soraya, Laetitia...

L'équipe organisatrice des EDSE et en particulier à Orianna sa coordinatrice.

Les membres du jury Éric Roditi, Takeshi Miyakawa, Christine Mangiante et Bernard Schneuwly qui ont accepté de relire le manuscrit et qui m'ont apportée de précieux conseils.
Merci en particulier à Christine Mangiante pour avoir suivi mon travail tout au long de ces années, pour ses conseils et ses relectures.

Mes amis qui m'ont toujours soutenue, qui ont suivi ce travail de plus ou moins loin, sans toujours en comprendre les enjeux, en particulier à Aude docteure en linguistique qui a été la première à m'encourager à commencer cette thèse, mes amies profs de Lyon Anne, Karima, Manel, Isa, mes amies de Thonon Agnès, Cindy, Rachel, Laetitia, Morgane, mes amies du Nord Fanny, Hélène, mes amis joueurs d'échecs Julien et Aude.

Mes deux trésors qui sont arrivés en cours de route : Chloé en 2015 et Matis en 2017.

Cette thèse, je la dédie à ma mère qui était enseignante en école primaire spécialisée pour les enfants malentendants et qui aurait été fière... Cette thèse a été pour toi.

Sommaire

Partie A Cadre de la recherche

Chapitre 1. Introduction

1.1 Origines et portées de la recherche

Cette recherche s'intéresse à l'évolution des pratiques d'enseignants primaires engagés dans un dispositif de formation continue de type *lesson study* (LS) en mathématiques. L'origine de la mise en place de ce dispositif de formation continue dans le canton de Vaud fait notamment suite à une recherche sur les connaissances mathématiques d'enseignants primaires issus de ce même contexte vaudois dans laquelle il était ressorti que les enseignants étudiés manquaient de connaissances mathématiques spécifiques à l'enseignement dans le cas de l'algorithme de la multiplication (Clivaz, 2014). Dans le prolongement de cette recherche, Clivaz s'est interrogé sur la formation continue des enseignants et sur la façon de pallier le manque observé de connaissances mathématiques spécifiques à l'enseignement dans ce contexte particulier. Avec une équipe de chercheurs de la HEP Vaud, il a alors mis en œuvre une formation continue à visée de développement professionnel, de type LS. Ce type de dispositif connaît un développement international depuis les années 2000 et présente des caractéristiques reconnues comme rendant possibles un développement professionnel des enseignants (Murata, 2011). Par ailleurs, un tel dispositif engage les différents partenaires du système éducatif (chercheurs, formateurs d'enseignants, enseignants, direction des établissements scolaires, instances éducatives telle la Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire) et intéresse ces différents partenaires tant pour la recherche, la formation, l'enseignement que pour le pilotage du système éducatif.

> Lewis and Lee (2016) further contend that Japanese LS involves both professional learning and research and policy implementation, and they call for developing a LS ecology where all key stakeholders such as classroom teachers, school and district administrators, university researchers, textbook publishers, and policy-makers actively support LS as their own way to advance their own mission. (Huang & Shimizu, 2016, p. 397)

L'objectif de notre travail est de savoir dans quelle mesure, ce dispositif permet de modifier les pratiques des enseignants qui y sont engagés. Cette recherche ne questionne pas si le dispositif LS est un programme effectif de développement professionnel, mais plutôt comment ce dispositif LS fonctionne et agit sur les pratiques de quelques enseignants choisis pour cette étude.

> many studies identified aspects of the Personal and Practice domains that professional development programs seek to affect, but few studies focused on the processes or mechanisms of teachers' learning; therefore, they have little to say about how teachers develop knowledge, beliefs, or instructional practices.

> […]
> One implication of this variability in program impact is that, as a field, we should not focus on whether a program is effective (as if effectiveness is a global characteristic of the program), but rather on how it works in particular settings to promote teachers' learning, and what learning pathways look like for teachers with different belief and knowledge systems, and different pedagogical practices. (Goldsmith, Doerr & Lewis, 2014, p. 21)

Au regard de ces travaux, notre recherche s'intéresse à l'évolution des pratiques de quelques enseignants, ainsi qu'aux processus et mécanismes sous-jacents à leurs évolutions. Notre recherche a ainsi pour objectif d'apporter des éléments de réponses sur « comment » quelques enseignants développent leurs pratiques à travers leur participation à un dispositif LS. Nous confrontons ainsi les discours sur les pratiques lors des séances du dispositif LS avec les pratiques effectives, celles que l'on a pu observer et analyser en classe.

1.2 Plan de la thèse

La partie A expose le cadre général de la thèse en commençant par une présentation du dispositif *lesson study* de façon générale ainsi que ses adaptations dans notre contexte particulier. Puis nous proposons une recension des recherches sur l'évolution des pratiques enseignantes et le développement professionnel en didactique des mathématiques et en sciences de l'éducation (chapitre 1). Sur la base de cette revue de littérature, nous présentons ensuite le cadre théorique que nous avons choisi pour développer la recherche (chapitre 2).

La partie B détaille les aspects contextuels et méthodologiques de la recherche. Nous commençons par une description des membres du groupe *lesson study* qui nous amène au choix de trois enseignantes dont nous allons étudier les pratiques (chapitre 3). Puis, les choix effectués lors du recueil et du traitement des données sont explicités (chapitre 4). À partir du cadre théorique, nous montrons comment nous avons construit notre méthodologie d'analyse (chapitre 5) que nous appliquerons pour l'analyse des pratiques de ces trois enseignantes.

La partie C expose les analyses locales des pratiques leçon par leçon : les pratiques d'Anaïs (chapitre 6), les pratiques d'Océane (chapitre 7) et les pratiques de Valentine (chapitre 8).

La partie D propose une analyse de l'évolution des pratiques d'après une analyse en composantes, puis une catégorisation des pratiques en niveaux de développement associés au i-genre 3 et enfin d'après une analyse en processus de modifications de la tâche prescrite pour les pratiques d'Anaïs (chapitre 9), pour les pratiques d'Océane (chapitre 10) et pour les pratiques de Valentine (chapitre 11).

En guise de conclusion de cette recherche, la partie E propose une synthèse des résultats afin de dégager ce qui est générique dans les évolutions des pratiques des trois enseignantes et une mise en perspective des résultats avec d'autres recherches dans le champ de la didactique des mathématiques et des sciences de l'éducation (chapitre 12). Puis, nous exposons les limites de cette recherche et les difficultés méthodologiques rencontrées (chapitre 13). Nous terminons par envisager les perspectives que peuvent apporter les résultats de cette recherche pour la formation d'enseignants de l'école primaire et les perspectives pour la recherche (chapitre 14).

Plusieurs plans de thèse étaient possibles, nous avons choisi celui-là. Il est possible de lire la thèse selon ce plan, mais aussi en suivant les analyses par enseignante : chapitres 1 à 5, chapitres 6 et 9 (Anaïs), chapitres 7 et 10 (Océane), chapitres 8 et 11 (Valentine), chapitres 12, 13 et 14.

Nous proposons ci-dessous un tableau qui retrace l'utilisation que nous avons faite des différents outils théoriques dans ce manuscrit.

Partie	Chapitre	Outils théoriques		
		Composantes des pratiques	**I-genre et niveaux de développement**	**Niveaux de tâches, représentation, redéfinition et réalisation**
A	2	Présentation théorique 2.1.1.2	Présentation théorique 2.1.1.3	Présentation théorique 2.1.2
B	5		Indicateurs sur les niveaux de développement	Présentation du modèle d'analyse au niveau local, de la leçon (5.2) analyse *a priori* de la tâche prescrite (5.2.1) analyse *a posteriori* de la réalisation de la tâche (5.2.2) analyse des modifications entre les tâches prescrite et réalisée (5.2.3) analyse de la représentation et de la redéfinition (5.2.4 et 5.2.5) synthèse du processus de modifications
		Présentation des analyses des pratiques au niveau global (avant, pendant, après le dispositif LS) (5.3)		
C	6 à 8			Mise en œuvre du modèle d'analyse au niveau local pour chaque leçon observée (Anaïs chapitre 6, Océane chapitre 7, Valentine chapitre 8)
D	9 à 11	Évolution des pratiques. Analyses au niveau global...		
		des pratiques en composantes pratiques d'Anaïs 9.1 pratiques d'Océane 10.1 pratiques de Valentine 11.1	des pratiques catégorisées en i-genre et niveaux de développement 9.2 10.2 11.2	du processus de modifications 9.3 10.3 11.3
E	12	Synthèse des résultats. Ce qui est générique dans les évolutions des pratiques des 3 enseignantes par les analyses en...		
		composantes 12.1.2	i-genre et niveaux de développement 12.1.3	processus de modifications 12.1.1

Figure 1: Plan de la thèse. Outils théoriques

1.3 Le dispositif *lesson study*[1]

1.3.1 Présentation et origine

Le dispositif LS est un dispositif de formation et de recherche qui est originaire du Japon. Les *Jugyo Kenkyu*, littéralement études de leçon[2], sont nées au Japon dans les années 1890. À l'occasion d'une réforme scolaire, les enseignants ont commencé à se réunir afin d'observer des leçons, en particulier de mathématiques, et de les examiner de manière critique (Shimizu, 2014). Ces études de leçons se sont ensuite généralisées dans l'ensemble du Japon. Dans les années 1990, suite aux études internationales montrant les bonnes performances des élèves japonais en mathématiques, l'étude TIMMS a comparé en détail les leçons de mathématiques de 8ème année[3], notamment japonaises et étatsuniennes. Les chercheurs ont été frappés de constater que ces leçons variaient énormément d'un pays à l'autre, mais fort peu à l'intérieur d'une même culture. Stigler et Hiebert (1999) ont ainsi parlé d'un *Teaching Gap*, un fossé en matière d'enseignement, entre le Japon et les USA en particulier. Aux USA, l'enseignement des mathématiques était essentiellement procédural contrairement au Japon où les enseignants avaient un enseignement des mathématiques à la fois efficace et essentiellement axé sur la compréhension des mathématiques et la résolution de problème : la pratique des *Jugyo Kenkyu*. À partir des vidéos de leçon de l'étude TIMMS, ces chercheurs ont mis en évidence plusieurs éléments : un facteur critique est l'enseignement (et les méthodes d'enseignement) et non l'enseignant. Ils ont observé que de bons enseignants avec des méthodes d'enseignement limitées ne pouvaient pas amener leurs élèves à de hauts niveaux de résultats. Ils ont ensuite relevé que l'enseignement est une activité culturelle et qu'il existe un fossé dans les méthodes pour améliorer l'enseignement.

Ce dispositif LS a ensuite été introduit dans les années 1990 aux États-Unis et développé notamment par Lewis (Lewis & Hurd, 2011; Lewis, Perry & Hurd, 2009; Lewis, Perry & Murata, 2006; Lewis & Tsuchida, 1998). Dans ce dispositif de type collaboratif, les enseignants choisissent un sujet particulier à enseigner, préparent collectivement une leçon, l'enseignent, l'observent, l'analysent et la réenseignent éventuellement. Ainsi, ce dispositif peut se représenter sous la forme d'un cycle récursif dans lequel un groupe de quelques enseignants et éventuellement de formateurs[4] choisit un sujet particulier à enseigner (Figure

---

[1] Nous avons développé cette partie 1.3 ainsi que les parties 3.4 et 6.2 dans un article (Batteau & Clivaz, 2016).

[2] *Jugyo* signifie étude ou recherche et *kenkyu* signifie leçon. L'unité de formation dans le dispositif LS est la leçon qui correspond à une séance de classe d'une ou de deux périodes de 45 minutes.

[3] La 8ème année correspond au degré Suisse de 10ème HarmoS, à la 4ème en France, à des élèves de 13/14 ans.

[4] Les deux formateurs-chercheurs du dispositif LS sont nommés, comme c'est souvent le cas en anglais, les facilitateurs (Clerc-Georgy & Clivaz, 2016).

2). Nous nommons GLS le Groupe de Lesson Study constitué des enseignants et éventuellement de facilitateurs.

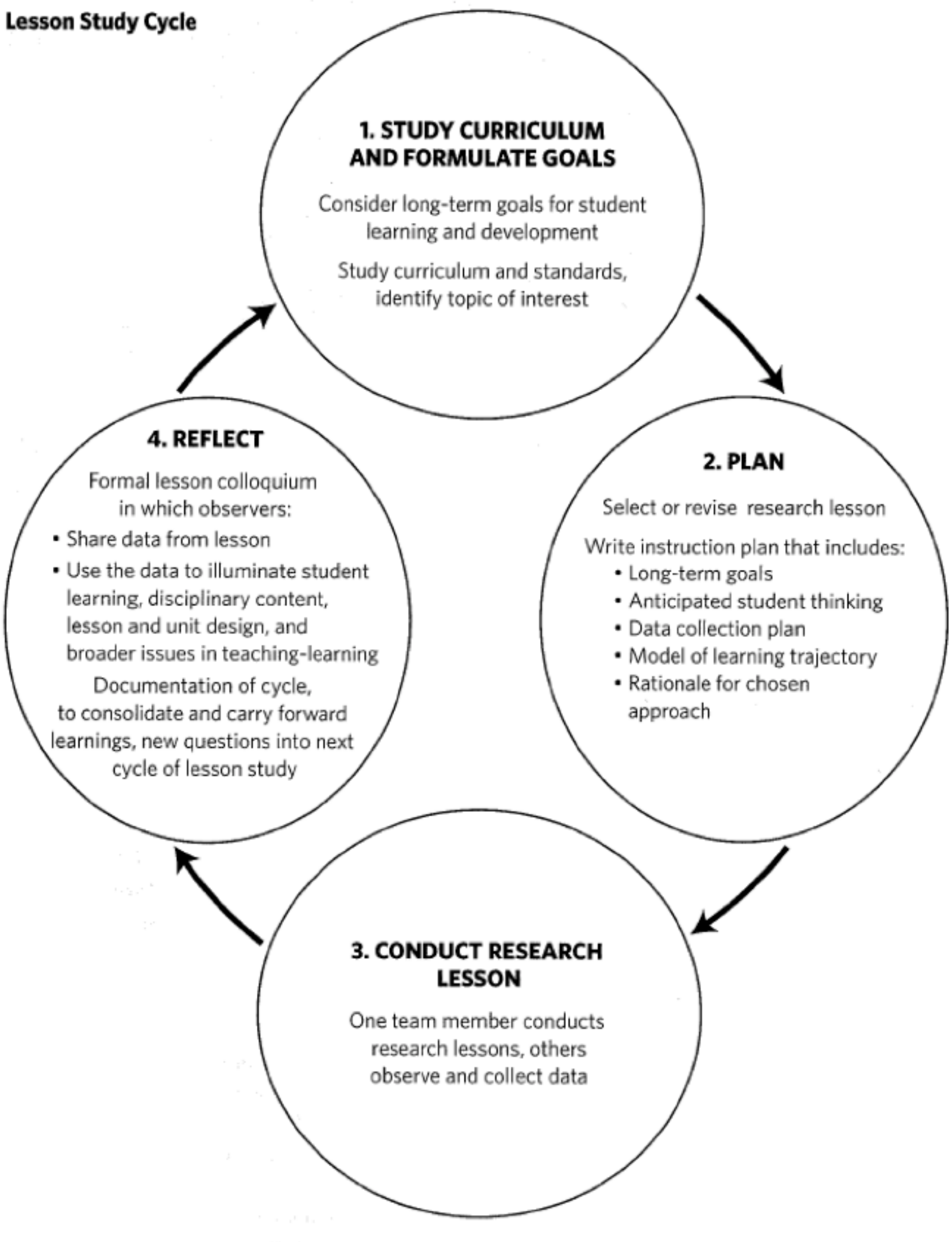


Figure 2 : Cycle lesson study (Lewis & Hurd, 2011, p. 2)

Dans un premier temps, le GLS étudie les curriculums[5] et définit les buts de la leçon en fonction des objectifs d'apprentissage des élèves à long terme (étape 1). Puis, le GLS construit la leçon, appelée leçon de recherche[6], basée sur ces objectifs (étape 2). Dans cette étape, le GLS élabore un plan de leçon en s'appuyant sur le plan d'études, les moyens d'enseignement, les guides d'accompagnement à destination des enseignants, les manières de

[5] En japonais, *kyozaikenkyu* signifie recherche sur le matériel d'enseignement, cela recouvre le parcours d'étude et les moyens d'enseignement (manuels scolaires).
[6] Dans la littérature, les termes de leçons d'étude ou de leçon de recherche (*research lesson*) sont utilisés.

faire courantes et les leçons environnantes portant sur ce thème. Par ailleurs, ce plan de leçon prend en compte les buts d'apprentissage et les difficultés à surmonter par les élèves dans la leçon. Ensuite, un des enseignants réalise la leçon dans sa classe, en présence des autres membres du GLS qui observent et collectent des informations sur l'apprentissage des élèves et le déroulement de la séance (étape 3). Enfin, le GLS se réunit pour évaluer les effets de la leçon sur les apprentissages des élèves (étape 4). Pour cela, le GLS s'appuie notamment sur les notes des observateurs et révise cette leçon qui peut alors être enseignée par un autre membre du GLS. Enfin, après d'éventuelles autres réalisations de la leçon dans les classes des autres enseignants, le GLS écrit un plan de leçon final (Hart, Alston & Murata, 2011; Lewis & Hurd, 2011; Miyakawa & Winsløw, 2009; Murata, 2011).

1.3.2 Le dispositif LS dans notre contexte

Un laboratoire sur les Lesson Study (www.hepl.ch/3LS/) a été créé à la HEP Vaud à la suite de recherches dans le contexte local en enseignement, apprentissage et évaluation (notamment Clerc-Georgy & Martin, 2012; Clerc-Georgy, Martin, Pasquini, Barioni & Perrin, 2009) et en didactique des mathématiques (notamment Clivaz, 2011) et de recherches internationales sur le sujet (Burghes & Robinson, 2010; Fernandez & Yoshida, 2004; Hart et al., 2011; Isoda, Stephens, Ohara & Miyakawa, 2007; Lewis & Hurd, 2011; Matoba, Crawford & Sarkar Arani, 2006; Stepanek, Appel, Leong, Turner Mangan & Mitchell, 2007; Stigler & Hiebert, 1999). Ce laboratoire vise à développer une pratique des LS dans différentes disciplines et à différents degrés d'enseignement. Sa particularité est de croiser une double approche transversale et didactique par la participation de spécialistes de ces deux champs. En particulier, une recherche sur le dispositif LS en mathématiques a été mise en place par une équipe de chercheurs en didactique des mathématiques dont nous faisons partie, en sociologie et en enseignement, apprentissage et évaluation. Cette recherche s'intitule « Des connaissances des enseignants à la classe : un dispositif de formation et de recherche en mathématiques ». Elle vise à étudier les interactions sociales entre les enseignants lors du dispositif, l'évolution des discours et de la posture des enseignants d'un point de vue pédagogique et l'évolution des connaissances mathématiques des enseignants d'un point de vue didactique. Dans notre travail, nous utilisons ce même dispositif LS et nous étudions plus particulièrement les pratiques de quelques enseignants du GLS pour tenter de voir les évolutions possibles. L'objet de la thèse porte donc sur les pratiques effectives (avant, pendant et après la classe) et leurs évolutions tout au long du dispositif LS. Notre thèse propose un regard didactique complémentaire à celui de la recherche menée par cette équipe de chercheurs, dans le sens où par un dispositif méthodologique spécifique et un cadre d'analyse original, nous allons tenter de caractériser l'évolution des pratiques de certains des enseignants tout au long du dispositif LS.

1.4 De l'évolution des pratiques vers un développement professionnel

1.4.1 Des recherches sur les pratiques enseignantes

En didactique des mathématiques, plusieurs cadres théoriques permettent d'analyser divers aspects du travail et des pratiques enseignantes. La synthèse qui suit s'appuie en partie sur la recension de Dorier (2012). La Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1986) a la particularité de se centrer sur le couple connaissance/savoir. Dans les modélisations en TSD, les élèves et surtout l'enseignant étaient considérés comme génériques, en quelque sorte transparents. Puis, la diffusion des ingénieries didactiques a montré la nécessité de prendre en compte dans la modélisation les élèves et l'enseignant. Brousseau a alors introduit un modèle de structuration du milieu qui permet de traduire différentes positions de l'élève en interaction avec différentes strates du milieu dans une situation didactique. À partir de cette construction théorique, certains chercheurs ont utilisé et modifié les concepts de la TSD (en particulier le couple milieu[7], contrat) pour analyser les pratiques dites « ordinaires ». Notamment deux approches issues de la TSD utilisent la notion de milieu pour appréhender les activités de l'enseignant considéré comme sujet épistémique[8]. Une première approche se situe à un niveau global où il s'agit de déterminer un milieu pour l'apprentissage d'un savoir visé en rapport avec une situation fondamentale. Les travaux de Perrin-Glorian (Perrin-Glorian, 1999; Perrin-Glorian & Hersant, 2003; Perrin-Glorian & Robert, 2005) sont dans cette lignée. Les travaux de Margolinas (1995, 2002) s'inscrivent dans une deuxième approche qui se situe à un niveau plus local. Elle complète le modèle de la structuration du milieu (Brousseau, 1988, 1995) en introduisant des positions « symétriques » pour l'enseignant, enrichissant ce qui est connu sous le terme de « modèle de l'oignon », par les niveaux sur-didactiques qui permettent de modéliser le travail de l'enseignant. Elle a développé un modèle d'analyse qui permet d'appréhender la complexité du point de vue de l'enseignant. Le professeur n'est plus seulement « un élément du dispositif permettant la réalisation de situations », mais bien « un sujet dont on cherche à étudier l'activité » (Margolinas, 2002, p. 141). Robert (2008c, pp. 20-21) relève que cet intérêt pour l'enseignant se marque également dans les autres théories didactiques : théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1999), théorie de l'action

[7] Le milieu est défini par « tout ce qui agit sur l'élève ou / et ce sur quoi l'élève agit » (Brousseau, 2003, p. 3).
[8] Modélisé par ses connaissances.

conjointe (Sensevy, Mercier & Schubauer-Leoni, 2000), double approche (Robert & Rogalski, 2002). Cette dernière approche s'est construite sur la base d'une réflexion des manques supposés des théories précédentes. En effet selon ces auteurs, les recherches qui avaient pris en compte à la fois les élèves et l'enseignant dans leur modélisation s'étaient d'abord intéressées aux représentations des enseignants (sur les mathématiques, l'enseignement, l'apprentissage) pour expliquer le fait que les enseignants avaient des difficultés à adopter les ingénieries didactiques et les éléments de didactique dans leurs pratiques (Robert, 2008c). Or, ces représentations « ne traduisaient pas suffisamment les pratiques effectives » (Ibid., p. 12) et ne prenaient pas en compte la dimension du métier d'enseignant. Puis, les recherches se sont axées sur les discours de l'enseignant en classe en lien avec les contenus. Ces recherches ont montré une variabilité dans les discours « de manière inter-individuelle, variabilité des commentaires 'méta' [...], des mises en scène d'un même problème » (Ibid., p. 12). L'enjeu était alors de comprendre les pratiques, leur variabilité pour un même professeur et entre professeurs, et d'articuler les résultats sur les variabilités individuelles avec quelque chose de plus général qui permet de repérer des régularités (Ibid., p. 13). Robert (2008c) analyse les pratiques des enseignants dans et pour leur relation avec les apprentissages mais aussi en prenant en compte l'univers du métier de l'enseignant dans sa complexité. Robert et Rogalski (2002) ont ainsi développé un cadre d'analyse des pratiques enseignantes en faisant des emprunts à la théorie de l'activité, la psychologie ergonomique et la didactique professionnelle. La particularité de ce cadre dit de *la double approche didactique et ergonomique* dans lequel nous inscrivons notre analyse des pratiques d'enseignants est qu'il prend en compte la dimension du métier avec ses contraintes et ses marges de manœuvre, mais aussi les activités des élèves.

Les recherches sur les pratiques enseignantes et le développement professionnel connaissent un intérêt croissant au niveau français mais aussi européen en didactique des mathématiques depuis les années 1990. Les recherches de didactique des mathématiques sur les pratiques enseignantes ont commencé dans les années 1990 en France et occupent 32% des articles de la revue Recherches en Didactique des Mathématiques (RDM) de 2006 à 2010 (Roditi, 2011). Au niveau européen, European Society for Research in Mathematics Education (ERME) organise un congrès biennal depuis 1998 dans lequel un des groupes de travail concerne les pratiques d'enseignement (« From a study of teaching practices to issues in teacher education », « Theory and practices of teaching from pre-service to in-service teacher education » ou « mathematical curriculum and practices »). Depuis 2015, trois groupes de travail concernent plus spécifiquement l'enseignant : « Mathematics teacher education and professional development », « Mathematics teacher and classroom practices », « Mathematics teacher knowledge, beliefs and identity ».

Plusieurs courants de recherches en didactique des mathématiques s'intéressent aux pratiques enseignantes principalement depuis les années 1990 au niveau francophone et européen. Certaines s'intéressent particulièrement au développement professionnel et aux facteurs de ce développement car celui-ci joue un rôle sur l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage.

> Professional development for teachers is now recognised as a vital component of policies to enhance the quality of teaching and learning in our schools. Consequently, there is increased interest in research that identifies features of effective professional learning. (Ingvarson, Meiers & Beavis, 2005, p. 2)

Nous allons à présent nous centrer sur les recherches en didactique des mathématiques et en sciences de l'éducation qui abordent la question de l'évolution des pratiques et du développement professionnel.

1.4.2 Des recherches sur l'évolution des pratiques et le développement professionnel

1.4.2.1 Le développement professionnel dans une perspective professionnalisante

Le développement professionnel perçu dans une perspective professionnalisante est un processus d'apprentissage qui peut être enclenché par des dispositifs de formation initiale et continue. « Le développement professionnel est vu comme un processus d'acquisition de savoirs professionnels qui influence l'évolution des pratiques et des modes de pensée des acteurs » (Lefeuvre, Garcia & Namolovan, 2009, p. 279). Nous inscrivons notre recherche dans cette perspective et nous partageons le présupposé selon lequel l'enseignant qui participe au dispositif de formation (en particulier dans le cas LS) « joue un rôle prépondérant dans son développement professionnel. Il est capable de construire de nouvelles ressources, de manière individuelle et/ou collective, pour apprendre et maîtriser son métier » (Ibid., p. 279). De plus, nous partageons le présupposé selon lequel l'enseignant « peut acquérir de nouveaux savoirs professionnels, évoluer dans ses pratiques, ses conceptions et ses représentations, dans les situations d'activité finalisées vécues ou provoquées » (Ibid., p. 279).

1.4.2.2 Le développement professionnel étudié dans le cadre de la double approche

Dans le cadre de la double approche, Roditi (2011) a étudié un enseignant en école maternelle[9] pendant dix années en allant l'observer durant des leçons de géométrie et en réalisant des entretiens. Roditi conclut que la cohérence très forte entre les discours tenus et les pratiques de cet enseignant laisse penser que l'évolution de ses pratiques correspond à un développement professionnel dont les leviers ont sans doute été le travail avec d'autres et le contexte dans lequel il a choisi de travailler. Pour lui, « le développement professionnel des enseignants ne résulte pas seulement d'une théorisation d'un savoir d'expérience, il se nourrit aussi de savoirs extérieurs à la pratique, des savoirs disciplinaires ou didactiques par exemple » (Roditi, 2011, p. 114).

En écho à cette approche, dans notre travail, nous avons accès aux discours tenus par les enseignants sur leurs pratiques ainsi qu'à leurs pratiques effectives pendant le dispositif LS, mais nous nous sommes aussi donnée les moyens d'avoir quelques éléments en dehors de ce dispositif. Ces données nous permettent de mettre en parallèle les discours sur les pratiques avec les pratiques effectives et ainsi de questionner cette cohérence comme facteur d'un développement professionnel. Nous retenons du travail de Roditi qu'une évolution des pratiques peut aboutir ou non à un développement professionnel. De plus, ce développement peut dépendre d'un travail collectif et de différents types de savoirs liés à l'expérience, mais aussi didactiques et mathématiques. Dans notre travail, nous analysons l'évolution des pratiques de quelques enseignants sur un temps long (trois années).

Dans le même cadre théorique, Charles-Pézard, Butlen et Masselot (2012) étudient un enrichissement des pratiques en mesurant les effets d'un accompagnement proposé par une formation. Pour viser cet enrichissement des pratiques, la formation a pour objectif d'élargir le champ des possibles, en d'autres termes d'élargir les marges de manœuvre des enseignants. Dans un contexte particulier d'enseignants débutants en milieu difficile, ces travaux ont permis de dégager les facteurs qui ont joué sur cet enrichissement :

- l'impact des ressources utilisées « il semble que les manuels utilisés en mathématiques lors des deux premières années d'exercice aient un rôle important dans la construction des pratiques de débutants » (Ibid., p. 251). Les ressources utilisées peuvent induire un certain type de pratique en partie à l'insu de l'enseignant.

[9] L'école maternelle en France correspond à l'école enfantine (élèves de 4 à 6 ans). L'école maternelle concerne les élèves de 2-3 ans à 6 ans et se découpe en trois niveaux : petite, moyenne et grande section. Dans certaines conditions, les élèves peuvent entrer à l'âge de 2 ans en très petite section.

- l'importance du niveau de la première classe dans laquelle les enseignants débutent leur vie professionnelle. Ce facteur a un impact sur les moments de synthèse et d'institutionnalisation.
- le poids du contexte institutionnel : l'équipe pédagogique, enseignants et direction, joue un rôle sur l'impulsion de certaines pratiques.

Dans le contexte de la Suisse romande, les enseignants disposent de ressources officielles pour l'enseignement des mathématiques pour toute l'école obligatoire (1H à 11H, voir la correspondance des degrés scolaires suisse et français en Annexe 56[10]). Pour les degrés 5H et 6H, les ressources à disposition datent de 1998/1999. Les enseignants que nous étudions ont effectué leur formation initiale avant 1998/1999 et ont commencé à enseigner avec les anciennes ressources. De plus, ces enseignants ont enseigné quasiment toute leur carrière dans les mêmes degrés (5H - 6H). Enfin, ces enseignants font partie du même établissement scolaire dans lequel la direction soutient fortement le travail collaboratif comme celui du dispositif LS. Dans notre contexte, ces trois facteurs d'enrichissement des pratiques sont donc présents de façon commune et uniforme pour les enseignants étudiés.

Après avoir précisé dans quelle perspective nous inscrivons notre recherche, nous allons nous intéresser aux caractéristiques de ce dispositif et voir en quoi celui-ci est susceptible de rendre possible un développement professionnel.

1.4.2.3 Le développement professionnel et le dispositif LS

Plusieurs recherches (Gunnarsdottir & Palsdottir, 2011; Lewis & Hurd, 2011; Yoshida & Jackson, 2011) ont montré que le dispositif LS conduit à un développement professionnel des enseignants. Les recherches portant sur le développement professionnel (par exemple Lefeuvre et al., 2009) se focalisent sur l'apprentissage des enseignants et les principaux indicateurs de cet apprentissage concernent les connaissances, les croyances et les pratiques des enseignants. Ainsi, notre recherche s'intéresse à un des aspects de cet apprentissage : les pratiques des enseignants.

Le dispositif LS est une approche de développement professionnel des enseignants qui diffère d'autres approches traditionnelles (Fujii, 2016; Lewis, 2002; Lewis & Hurd, 2011). Les développements professionnels traditionnels sont guidés par des experts extérieurs et commencent par une réponse, la communication se réalise des formateurs vers les

[10] Dans cette étude, les enseignants du dispositif LS ont des élèves de 5H (CE2 en France, élèves de 8/9 ans) et 6H (CM1 en France, élèves de 9/10 ans).

enseignants, avec des relations hiérarchiques entre formateurs et enseignants, et la recherche donne des informations sur la pratique. Par contraste, un dispositif LS commence par une question (qui sera le thème du cycle LS). Ce dispositif est conduit par les participants, la communication se réalise entre les enseignants avec des relations réciproques entre enseignants et formateurs. Dans ce dispositif, la pratique est de la recherche[11].

Le dispositif LS dispose de certaines caractéristiques permettant une évolution des pratiques qui peut aboutir à un développement professionnel, en particulier :

> Lesson study incorporates many characteristics of effective professional development programs identified in prior research: it is site-based, practice-oriented, focused on student learning, collaboration-based, and research-oriented (Bell & Gilbert, 2004; Borko, 2004; Cochran-Smith & Lytle, 1999, 2001; Darling-Hammond, 1994; Hawley & Valli, 1999; Little, 2001; Wang & O'Dell, 2002; Wilson & Berne, 1999). (Murata, 2011, p. 2)

Le dispositif LS présente aussi un aspect collaboratif entre enseignants et facilitateurs. Or, « une des modalités de développement professionnel souvent mise en avant pour son efficacité (Cooney, 2001, p. 464; Goulding, 2003) est celle des recherches de type collaboratif permettant de former les enseignants par la participation à des recherches » (Clivaz, 2014, p. 271). Murata (2011) relève aussi certaines caractéristiques clés du dispositif LS. Tout d'abord, ce dispositif est centré autour des intérêts des enseignants, ce qui est essentiel pour qu'il y ait un possible développement professionnel. À chacune des étapes d'un cycle LS, l'activité de l'enseignant est axée sur l'apprentissage des élèves, ainsi que sur les liens entre leçon et enseignement. Les leçons de recherche offrent aux enseignants la possibilité de partager une expérience d'observation commune. Les enseignants prennent une posture de « chercheurs » à l'intérieur même du dispositif LS.

> On voit donc qu'une ECL[12] est à bien des égards, un travail de recherche : elle procède à partir de travaux documentés antérieurs, ainsi que de questions et de buts précis; elle implique la formulation explicite d'hypothèses, ainsi que des points et des conditions d'observations pour les tester; elle organise des expérimentations avec un dispositif concret (la leçon) qui « intègre» les hypothèses et permet de les tester, et qui est évalué de façon souvent très rigoureuse; elle rend public (ou, au moins, partageable) ses résultats sous forme de document sous une forme standardisée, et permet donc en principe aux collègues de refaire l'expérience sous des conditions déterminées. (Miyakawa & Winsløw, 2009, p. 7)

Nous décrivons les quatre étapes précédemment définies qui composent le cycle LS (voir Figure 2) du point de vue du développement professionnel des participants. Les enseignants (et les facilitateurs) étudient et approfondissent un sujet mathématique avec des lectures professionnelles sur le sujet, une étude des problèmes d'enseignement et d'apprentissage liés à ce sujet (étape 1). Ils ont ainsi défini un problème d'enseignement et/ou d'apprentissage

[11] « Practice *is* research » (Lewis & Hurd, 2011, p. 95).
[12] Les auteurs ont traduit les *Jugyo Kenkyu* par Etude Collective d'une Leçon.

spécifique pour lequel ils vont élaborer une activité mathématique[13] soit à partir de ressources existantes soit créées pour répondre à ce problème spécifique (étape 2). Puis, ils élaborent un plan de leçon qui correspond à un « guide » de l'enseignant pour la leçon de recherche (étape 2). Ainsi, chaque élément du plan de leçon est discuté collectivement. Puis, le plan de leçon est envoyé aux enseignants qui peuvent alors apporter des modifications avant la leçon de recherche. Les enseignants observent ensuite la leçon de recherche donnée par l'un d'entre eux et notent précisément des éléments sur l'activité de l'enseignant et celle des élèves, et sur l'effet des interventions de l'enseignant sur les activités des élèves (étape 3). Suite à la leçon, les enseignants discutent de la leçon de recherche, plus précisément des activités observées des élèves, des difficultés rencontrées, des choix faits concernant l'activité mathématique, des choix de l'enseignant par rapport à la préparation commune et au plan de leçon, à partir de leurs observations et de leurs notes écrites (étape 4). Pour conclure un cycle, les enseignants avec les facilitateurs élaborent puis rédigent un plan de leçon final qui sera diffusé à l'intention de la communauté enseignante. Ce plan de leçon final est un descriptif du travail effectué lors d'un cycle et dans lequel sont synthétisés des éléments d'ordre mathématique, didactique et pédagogique. Ce dispositif permet ainsi aux enseignants d'avoir une attitude réflexive sur leur pratique et sur l'apprentissage des élèves, et de partager leurs réflexions à l'intérieur du dispositif mais également à l'extérieur par la publication du plan de leçon de fin de cycle et éventuellement d'articles dans des revues professionnelles.

Dans notre recherche, nous nous intéressons aux pratiques de quelques enseignants engagés dans ce dispositif LS et à leurs évolutions produites par ce dispositif. Le dispositif nous fournit ainsi un cadre privilégié pour notre recherche par la nature et la densité des données de recherche auxquelles nous avons accès. Mais le focus de notre recherche n'est pas le dispositif LS en lui-même mais bien les pratiques dans et hors dispositif et leurs possibles évolutions.

1.4.3 Analyse de pratiques dans un dispositif de formation

Dans notre travail, nous analysons les pratiques enseignantes dans un dispositif de formation. En suivant le travail de Perrin-Glorian (1992), nous reprenons l'idée qu'en apportant des perturbations au système, un dispositif de formation est un moyen d'accès aux pratiques enseignantes, aux changements comme aux résistances.

[13] Nous appelons « activité mathématique » : un exercice ou une situation-problème proposé aux élèves pendant la leçon. Nous employons ce terme en référence aux Moyens d'Enseignement Romands (manuel scolaire officiel en mathématiques en Suisse Romande) constitués de recueil d'activités mathématiques (voir 3.1).

> Si on se place dans des conditions réelles, c'est-à-dire dans une problématique d'étude de l'enseignement tel qu'il est, on ne peut plus négliger l'enseignant, qui va intervenir en fonction de l'analyse qu'il fait de la situation et des objectifs qu'il se donne. [...] concevoir des ingénieries didactiques est un moyen de forger des outils d'analyse et disposer d'ingénieries didactiques très contraintes donne un moyen d'accès au fonctionnement réel du système par l'étude des perturbations qui lui sont apportées. (p. 408)

Dans ce même point de vue, nous reprenons l’hypothèse d’ordre méthodologique de Mangiante (2007, p. 26) selon laquelle « modifier le réel est un des moyens qui permettent de mieux le comprendre ». De plus, nous admettons que le dispositif de formation LS, parce qu’il vise un développement professionnel, agit comme un perturbateur des pratiques d’enseignants expérimentés et nous fournit les moyens de mieux comprendre une évolution de leurs pratiques. Par nos données de recherche (issues du dispositif et prises en dehors du dispositif), nous allons étudier comment les pratiques des enseignants réagissent face aux perturbations apportées par ce dispositif, notamment face aux contraintes de se conformer à la préparation collective et au plan de leçon lors de la leçon de recherche. Autrement dit, comment les enseignants modifient les choix collectifs pour être au plus proche de leurs pratiques ordinaires. « Certains auteurs, par exemple Valsiner (1987), transposent l’idée de Zone Proximale de Développement en termes de pratiques et suggèrent de jouer sur des précurseurs et sur l’imitation pour des pratiques proches de celles des formés » (Robert, 2008a, p. 374). Ainsi, le dispositif LS peut amener des enseignants en dehors de leur ZPD de leurs pratiques parce qu’ils vont se conformer à une préparation collective et à un plan de leçon. Il est donc intéressant de voir comment les régulations et les résistances vont opérer pendant ces leçons et ce que le dispositif va laisser comme prise aux changements in fine.

Le chapitre 1 a illustré les particularités du dispositif *lesson study* par son origine, ses adaptations dans le contexte vaudois et son potentiel en termes d’évolution des pratiques et de développement professionnel des enseignants. Après cette synthèse de travaux sur l’analyse des pratiques et le développement professionnel, en particulier dans le cadre du dispositif LS, nous allons préciser le cadre théorique sur lequel nous nous sommes appuyée pour construire notre méthodologie d’analyse.

Chapitre 2. Cadre théorique, état de la question et questions de recherche

Le chapitre 2[14] expose d'abord le cadre théorique dans lequel nous avons choisi de développer cette recherche, puis comment la problématique de l'évolution des pratiques est abordée en didactique des mathématiques avec la recherche de Mangiante (2007, 2012) qui a utilisé un dispositif de formation présentant des similarités avec celui des LS. Enfin, la problématique de la thèse est déclinée en trois questions de recherche qui s'insèrent dans le cadre théorique tout en explorant différentes facettes.

Comme nous l'avons souligné dans le contexte du dispositif LS, les enseignants s'engagent dans une démarche de développement professionnel, où les aspects collaboratifs, mais aussi une certaine représentation du métier jouent un rôle clé. Dans cette optique, il nous est ainsi apparu important d'utiliser un cadre théorique qui prenne en compte la dimension du métier d'enseignant avec les marges de manœuvre que les enseignants peuvent investir et les contraintes auxquelles ils sont soumis. Notre intention est donc de pouvoir caractériser les pratiques, puis de déterminer ce qui dans les pratiques permet ou résiste à une possible évolution. Nous nous sommes donc orientée vers le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique développé par Robert et Rogalski (2002), présenté brièvement plus haut et dont nous allons à présent spécifier les éléments que nous envisageons de mettre en œuvre dans notre travail.

2.1 Cadre théorique

2.1.1 La double approche

2.1.1.1 Présentation

Le cadre de la double approche didactique et ergonomique développé par Robert et Rogalski (2002) emprunte à la théorie de l'activité, à la psychologie ergonomique et à la didactique professionnelle mais aussi aux concepts clés de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1986) en particulier à travers l'analyse *a priori*.

> Très schématiquement, dans une optique constructiviste largement partagée, nous reprenons donc, en les spécifiant aux mathématiques et à la situation scolaire, les hypothèses générales de Piaget (1967/1992) sur l'importance pour l'apprentissage des déséquilibres, de la dialectique entre assimilation et accommodation et de la construction autonome des connaissances en prenant en compte la classe, l'enseignant ou l'enseignante et la spécificité des savoirs visés. Nous adoptons aussi les hypothèses de Vygotski

[14] Nous avons repris des éléments du cadre théorique (chapitre 2), de notre méthodologie (chapitre 5) et de l'analyse des pratiques d'Océane et de leurs évolutions (chapitres 7 et 10) dans un article en anglais (Batteau, 2017).

> (1934/1985) sur l'existence d'une zone de connaissances qu'une imitation dirigée peut contribuer à installer, sur la nécessité d'organiser les savoirs entre eux et sur l'importance de certaines interactions ou médiations (Bruner, 1983). (Robert & Rogalski, 2002, p. 509)

En se réclamant des travaux de Piaget, Vygotski, Bruner et Vergnaud, mais aussi des éléments de la Théorie des situations de Brousseau et des cadres de l'ergonomie, cette approche a pour ambition d'analyser et d'interpréter les pratiques enseignantes, en prenant en compte les activités des enseignants et des élèves, mais en intégrant aussi l'univers du métier. Les activités des élèves servent d'intermédiaire pour approcher les apprentissages des élèves et correspondent aux activités possibles des élèves réels de la classe (et non des élèves génériques ou épistémiques), autrement dit, les activités que les élèves « peuvent avoir eu à faire ». Ces activités possibles des élèves peuvent être complétées par les activités observées. Dans ce cadre, les analyses des activités des élèves sont imbriquées avec des analyses des activités des enseignants liées à l'exercice du métier. Les activités en classe des enseignants sont reliées à leurs pratiques et les activités possibles des élèves sont reliées à leurs apprentissages (Robert, 2008c, p. 15).

Dans cette approche, l'enseignant est considéré comme un professionnel exerçant un métier, dont les pratiques dépendent à la fois de caractéristiques générales propres au métier et de l'exercice de celui-ci. Ainsi, cette approche utilise des éléments de la théorie de l'activité dans l'approche didactique des apprentissages des mathématiques (Robert, 2008c). Les pratiques enseignantes sont définies par « tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas, sur un temps long, que ce soit avant, pendant, après les séances de classe. Le mot *activité* est réservé à des moments précis de ces pratiques » (Robert, 2008b, p. 59). Ainsi, « travailler c'est mettre en jeu des activités et analyser le travail c'est étudier l'activité » (Robert, 2008c, p. 21).

Nous retenons pour notre recherche que « les pratiques forment un système complexe, cohérent, relativement stable, sauf s'il y a crise » (Robert, 2004, p. 23). La cohérence des pratiques signifie que les décisions que prend l'enseignant, lors de la préparation et du déroulement des séances de classe, ne sont pas contradictoires. Elles sont cohérentes lorsque l'enseignant suit une certaine logique d'action qui guide ses choix. La cohérence se marque par des hiérarchies renouvelées, par des compromis, compensations ou optimisations, par des manques que l'on retrouve et par des raccourcis ou des formes de « triches » (Robert, 2004). La stabilité des pratiques signifie que l'enseignant prend des décisions analogues dans des situations analogues (Robert, 2005). Ainsi il y a une certaine permanence dans les pratiques en classe, qu'attestent des routines et des régularités (Robert, 2004). Mais aussi, la stabilité

« porte sur les régularités des pratiques d'un même enseignant dans des conditions différentes » (Roditi, 2011, p. 63). De plus, des recherches dans la même lignée ont montré que les pratiques des enseignants débutants se stabilisent rapidement pour constituer un système cohérent (Butlen, Peltier-Barbier & Pézard, 2004; Mangiante, 2007).

Ces éléments sont essentiels pour notre travail, il s'agit en effet de voir dans cet état stable ce qu'un dispositif comme celui de LS peut faire évoluer et comment, et au contraire ce qui résistera. Notre intention est donc d'étudier les effets éventuels du dispositif LS sur la remise en cause de la stabilité des pratiques.

2.1.1.2 Analyse des pratiques enseignantes en composantes

Dans le cadre de la double approche, les pratiques enseignantes sont analysées en relation avec les activités possibles des élèves, recomposées à partir des pratiques observées, mais également en fonction de déterminants extérieurs à la classe. Dans ce cadre, les pratiques sont analysées selon cinq composantes qui ne sont pas indépendantes. Deux composantes cognitive et médiative décrivent la logique d'action de l'enseignant : elles renseignent sur l'organisation de la séance prévue par l'enseignant et sur ses actions pendant le déroulement de celle-ci. La composante cognitive traduit ce qui correspond aux choix et aux anticipations de l'enseignant sur les contenus, les tâches, leur organisation, leur quantité, leur ordre, leur insertion dans une progression, etc. La composante médiative renseigne sur les choix de l'enseignant correspondants aux déroulements, aux improvisations, aux discours, à l'enrôlement des élèves, la dévolution des consignes, l'accompagnement de l'activité des élèves, les validations, les expositions de connaissances, etc. (Masselot & Robert, 2007).

Pour intégrer la dimension du métier, les pratiques sont analysées selon trois composantes supplémentaires. La première, la composante personnelle, prend en compte la liberté d'action que chaque enseignant s'autorise. Celle-ci traduit l'investissement des marges de manœuvre des enseignants et sert à accéder à certaines de leurs représentations sur l'exercice du métier, les risques qu'ils consentent dans l'exercice du métier, le confort dont ils ont besoin.
Les deux autres composantes sont plus de l'ordre des contraintes. La composante sociale « correspond d'une part à l'inscription de l'activité du professeur au sein de son établissement considéré comme un collectif aux exigences, aux attentes et aux contraintes spécifiques d'autre part aux caractéristiques éventuellement sociales des groupes d'élèves auxquels il enseigne » (Robert & Rogalski, 2002). « La composante institutionnelle caractérise la manière dont l'enseignant investit la nature des mathématiques à enseigner, les programmes, les

horaires, certaines ressources comme les manuels, les inspections, etc. » (Coulange, 2012, p. 53).

Si les deux premières composantes permettent de caractériser les pratiques au niveau local (de la leçon), les trois dernières agissent plus comme des déterminants à un niveau plus global qui pourront expliquer certains phénomènes d'évolution ou de résistance des pratiques. En particulier, les pratiques sont stables mais c'est principalement la composante médiative des pratiques qui reste stable (Masselot & Robert, 2007). Un des enjeux de cette recherche est de savoir si le dispositif LS permet d'agir sur certaines de ces composantes des pratiques et quels sont les changements.

2.1.1.3 Régularités, variabilités, résistance et caractérisation des pratiques

L'analyse des pratiques en composantes permet de trouver des régularités, ce qui est stable dans les pratiques, et des variabilités, ce qui va se transformer dans les pratiques d'un enseignant singulier et dans les pratiques d'enseignants exerçant dans un même contexte (Masselot & Robert, 2007). Nous pouvons ainsi mettre en évidence d'une part ce qui est générique dans les pratiques des enseignants, pour délimiter ce qui est commun et d'autre part ce qui est singulier. Dans notre thèse, nous nous intéressons aux régularités, aux variabilités et aux résistances dans les pratiques d'un même enseignant tout au long du dispositif LS.

En s'appuyant sur une analyse des pratiques en composantes, Peltier-Barbier et al. (2004) ont repéré des régularités interpersonnelles mais aussi intrapersonnelles dans les stratégies globales d'enseignement dans leur étude sur plusieurs enseignants de ZEP sur du long terme. Les auteurs (Charles-Pézard et al., 2012; Peltier-Barbier et al., 2004) caractérisent ainsi les pratiques enseignantes en i-genre relatifs au versant instruction du métier d'enseignant et en e-genre relatif au versant éducation du métier d'enseignant. Les e-genres traduisent la façon dont les enseignants éduquent les élèves en tant que futurs citoyens. Les i-genres sont définis par les grandes conceptions des enseignants relatifs aux apprentissages scolaires et traduisent la façon dont les enseignants instruisent les élèves en leur faisant acquérir des savoirs disciplinaires. Les régularités dans les stratégies d'enseignement ont été observées lors des trois moments importants de l'activité de l'enseignant : les processus de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation (Brousseau, 1986) et correspondent aux stratégies et choix des enseignants. Les enseignants ont été catégorisés en trois i-genres en fonction de régularités observées dans leurs pratiques.

- le i-genre 2 (qui est majoritaire) regroupe les enseignants qui présentent ces caractéristiques : les scénarios d'enseignement laissent une part importante à la présentation collective des activités, l'enseignement, les itinéraires cognitifs et les aides apportées par l'enseignant sont individualisés, les tâches proposées aux élèves sont découpées en tâches élémentaires, les enseignants n'organisent ni synthèse, ni bilan, ni institutionnalisation ;
- le i-genre 1 regroupe les enseignants qui présentent les mêmes caractéristiques que le i-genre 2 excepté le fait que leurs pratiques sont marquées par une quasi-absence de présentations collectives d'activités ;
- le i-genre 3 est considéré de référence pour les pratiques en ZEP. Ce i-genre regroupe les enseignants qui présentent les caractéristiques suivantes : un enseignement par situations-problèmes avec une formulation et un bilan des stratégies, une mise en commun, une synthèse et une institutionnalisation comportant un réinvestissement contextualisé et décontextualisé.

Le i-genre 3 est considéré comme une référence car les activités proposées aux élèves dans ce i-genre sont a priori plus riches et constituent un meilleur vecteur d'apprentissage que dans les autres i-genres (Charles-Pézard et al., 2012). Cette référence se décline en cinq niveaux de développement qui peuvent être atteints sans que le niveau précédent le soit totalement (Charles-Pézard et al., 2012). Les niveaux 1 et 2 sont davantage liés au processus de dévolution tandis que les niveaux 3, 4 et 5 sont davantage liés au processus d'institutionnalisation.

Le niveau 1 est atteint lorsque l'enseignant instaure une « paix scolaire » dans sa classe. La « paix scolaire » est définie comme étant l'instauration d'une « paix sociale » et l'adhésion des élèves au projet d'enseignement de l'enseignant. La paix sociale concerne les règles de fonctionnement de la classe acceptées par les élèves et garantit une atmosphère de travail indispensable à la relation didactique. « L'adhésion des élèves au projet d'enseignement du professeur se manifeste par un climat de confiance entre les élèves et le professeur, par un enrôlement rapide et sans trop de résistance des élèves dans les tâches » (p. 72).

Le niveau 2 est atteint lorsque l'enseignant propose des problèmes consistants[15] d'un point de vue mathématique avec un temps de réelle recherche (de la solution) par les élèves.

[15] Un problème est « consistant » d'un point de vue mathématique lorsque les élèves doivent s'engager dans une démarche de résolution pour le résoudre. Un problème « consistant » est vecteur d'apprentissage (Charles-Pézard et al., 2012, p.68).

Le niveau 3 est atteint lorsque l'enseignant organise des mises en commun des procédures avec validation et explicitation par les élèves.

Le niveau 4 est atteint lorsque l'enseignant hiérarchise les différentes procédures proposées par les élèves et lorsqu'il organise des phases de synthèses contextualisées.

Le niveau 5 est atteint lorsque l'enseignant organise des institutionnalisations du savoir ou de la méthode en jeu dans la situation, avec décontextualisation et dépersonnalisation, et une réorganisation des savoirs rencontrés, avec ancrage de l'ancien dans le nouveau savoir.

Les auteurs (Charles-Pézard et al., 2012) précisent que les niveaux 4 et 5 des pratiques :

> sont davantage marqués par la nature des problèmes proposés, par 1'histoire de la classe, notamment par l'avancée du temps didactique, voire par des contraintes institutionnelles. L'analyse *a posteriori* ne peut suffire : c'est en fait la comparaison entre les choix contextualisés de 1'enseignant et le choix qu'aurait fait le chercheur sur la base d'une analyse *a priori* et prenant en compte a posteriori le contexte global (situation proposée et productions effectives des élèves) qui permet de décider. (p. 74)

Pour analyser les pratiques enseignantes en contexte ZEP, ces auteurs (Charles-Pézard et al., 2012; Peltier-Barbier et al., 2004) proposent ainsi une approche globale qui permet de décrire l'organisation des pratiques enseignantes selon quatre dimensions : ordre du métier, i-genre, e-genre et style. De plus, dans une approche analytique, ces auteurs introduisent les gestes professionnels comme étant des activités élémentaires participant de l'activité de l'enseignant. Chaque grand moment de l'activité de l'enseignant (les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation) correspond à des types de tâches et à des gestes permettant de les réaliser.

> Les gestes professionnels et les routines[16] permettent de décrire la manière dont un individu donné réalise un type de tâche, les différentes actions qui lui permettent de le faire et les différentes connaissances qu'il mobilise à cette occasion. (Charles-Pézard et al., 2012, p. 38)

« Les notions de gestes et routines permettent alors de décrire comment un enseignant met en œuvre des stratégies relevant du i-genre caractéristique de ses pratiques » (Charles-Pézard et al., 2012, p. 38).

Dans la lignée de ces recherches, nous considérons comme résistance dans les pratiques ordinaires certaines caractéristiques des pratiques travaillées pendant le dispositif LS (par exemple le fait d'organiser des moments collectifs, la gestion de l'enseignante pendant ces moments), observées et mises en œuvre lors de la leçon de recherche et pendant les leçons

[16] « les routines sont définies comme un ensemble constitué de gestes professionnels permettant aux professeurs de réaliser un ensemble de tâches finalisées par un but commun » (Charles-Pézard et al., 2012, p. 37)

observées pendant le dispositif, mais pas lors de la leçon après le dispositif. Ayant une seule leçon observée après le dispositif, nous nous appuyons sur les interventions de l'enseignant lors des séances pour confirmer ce que nous avons pu observer lors de cette leçon. Nous nous intéressons en particulier aux modifications apportées aux pratiques ordinaires lors de la leçon de recherche et qui ne sont pas observées pendant la leçon après le dispositif.

Ainsi dans cette approche, les pratiques sont analysées en référence avec des niveaux de développement du i-genre 3. Cette catégorisation des pratiques repose sur les composantes médiative, cognitive et institutionnelle des pratiques, autrement dit principalement sur les pratiques de l'enseignant pendant la classe (tout en prenant en compte les contraintes d'ordre institutionnel). L'analyse en composantes des pratiques décrit la logique d'action de l'enseignant pendant la classe (composantes médiative et cognitive) et prend en compte la dimension du métier d'enseignant avec des déterminants qui sont de l'ordre des marges de manœuvre et des contraintes (composantes personnelle, institutionnelle et sociale). De cette approche, nous retiendrons pour notre travail, une analyse de l'activité de l'enseignant, plus précisément portée sur les gestes professionnels lors des processus de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation.

Dans la partie suivante, nous présentons des outils issus de l'approche ergonomique qui permettent de prendre en compte les pratiques de l'enseignant dans leur globalité (avant, pendant et après la classe) dans le sens où nous allons analyser comment l'enseignant s'est approprié et a modifié la préparation collective et le plan de la leçon de recherche par anticipation et/ou pendant la leçon. Nous développons à un niveau micro, une méthodologie d'analyse basée sur les travaux de Leplat (1997) issus de la psychologie ergonomique permettant d'affiner l'analyse par un modèle en niveaux de tâches.

2.1.2 Psychologie ergonomique : l'approche de Leplat

Dans notre travail, nous visons à analyser comment les enseignants peuvent investir les marges de manœuvre laissées par l'élaboration collective de la leçon de recherche, par-delà les contraintes institutionnelles et la réalité des différentes classes. Nous voulons donc utiliser un modèle qui permette d'analyser les écarts entre ce qui est préparé collectivement (ce qui est prévu) et ce que l'enseignant réalise effectivement dans sa classe. Dans son ouvrage « Regards sur l'activité en situation de travail », Leplat (1997) différencie la *tâche* (ce que l'on doit faire) et l'*activité* (ce que l'on fait vraiment). La tâche est définie comme un but à atteindre dans des conditions déterminées et l'activité est considérée comme l'élaboration par le sujet de sa propre tâche. Ainsi dans l'approche de Leplat, analyser le travail c'est caractériser et analyser les relations complexes et dynamiques entre le sujet, son activité et la tâche. « En particulier, l'activité dépend de la tâche et des caractéristiques du sujet, mais elle peut contribuer, en retour, à la définition de la tâche et à la transformation du sujet » (p. 14). L'activité dépend de la situation (la tâche et son contexte) et des caractéristiques du sujet (compétences, état physique et psychique). En retour, l'activité a un double système d'effets sur l'objet de l'activité en rapport avec le but de la tâche et sur le sujet lui-même : c'est la double régulation de l'activité (Roditi, 2011; Rogalski, 2008). Pour analyser l'activité de l'enseignant, nous prenons en compte ce double point de vue, celui de la tâche et celui du sujet.

Dans notre contexte, nous adaptons le modèle d'analyse (Figure 3) afin de décrire l'activité de l'enseignant à partir de l'élaboration de la leçon de recherche (qui correspond au travail effectué lors des étapes 1 et 2 d'un cycle LS) jusqu'à la réalisation effective de la leçon (étape 3 d'un cycle LS) comme un processus de modifications.

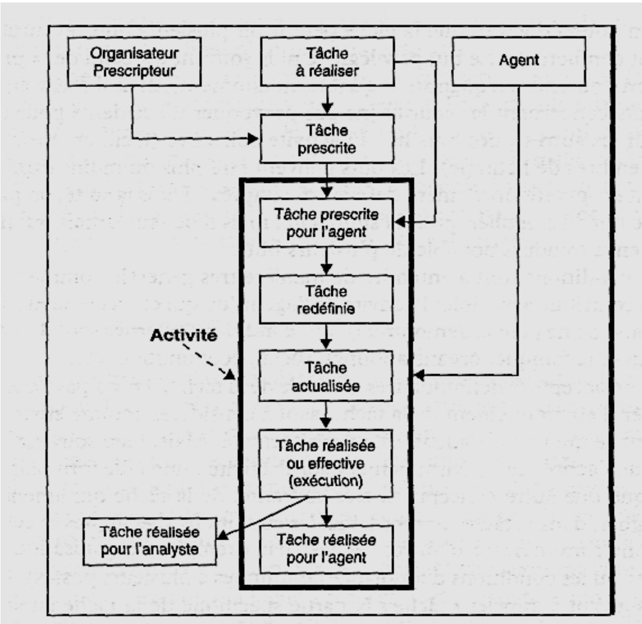


Figure 3 : L'activité décrite en fonction des tâches. Modèle de Leplat (1997, p. 17).

Lire a→b comme b « dépend de a ».

Dans l'approche ergonomique, la tâche réalisée ne coïncide pas toujours avec la tâche prescrite, Leplat introduit alors des tâches intermédiaires pour analyser le passage entre ces deux tâches (Figure 3).

> Pour étudier le passage de la tâche prescrite à l'activité ou à la tâche effective qui en constitue le modèle, plusieurs voies sont possibles : on a choisi ici de décrire ce passage entre les deux types de tâches en termes de tâches intermédiaires. (Leplat, 1997, p. 24)

L’activité de l’enseignant est ainsi analysée au moyen de différents niveaux de tâches : la tâche prescrite (ce que l’enseignant doit exécuter), la tâche représentée (ce que l’enseignant pense qu’on attend de lui), la tâche redéfinie (la façon dont l’enseignant définit sa propre tâche à partir de ses propres caractéristiques et de ses propres finalités), la tâche réalisée (la tâche effectivement exécutée par l’enseignant). Les écarts entre ces différents niveaux de tâches qui se succèdent tout au long de l’activité de l’enseignant sont l’objet principal des analyses.

La tâche prescrite

> La tâche prescrite porte la marque de la représentation que se fait son concepteur des opérateurs qui vont l'exécuter. En particulier, la manière dont est exprimée cette tâche, la part d'implicite qu'elle contient dépendent de la compétence supposée de ceux qui auront à la réaliser. (Leplat, 1997, p. 19)

Dans notre contexte, le GLS élabore collectivement la tâche prescrite et donc rend explicite en partie les implicites qui lui sont associés.

> Le degré d'explicitation dépend [...] de la nature de la tâche. Quand la tâche est simple, répétitive, la procédure peut être finement décrite [...]. À mesure que la tâche devient plus complexe, elle devient aussi plus difficile à procéduraliser. Le cas extrême de tâche discrétionnaire est celui où la tâche est simplement définie par son but (on parle parfois de mission, dans ce cas) ou par des caractéristiques de ce but. C'est à la compétence de l'agent qu'on s'en remet alors pour découvrir les procédés ou procédures qui permettront d'atteindre le but. (p. 21)

Dans notre contexte, la tâche prescrite correspond au plan de leçon, à l’activité mathématique, au matériel et à la connaissance mathématique en jeu. La représentation et la redéfinition de la tâche prescrite sont en partie prises en charge par le GLS, mais de manière provisoire et seulement par anticipation. Le degré d’explicitation du plan de leçon est relativement succinct étant donné que chaque élément a fait l’objet d’une discussion lors des séances.

La tâche représentée

La tâche représentée correspond à la question « Qu'est-ce que vous croyez qu'on attend de vous ? » Elle est liée à la tâche prescrite, à la manière dont elle est formulée et aux caractéristiques de l’opérateur, à savoir le niveau d’expertise de l’agent, la connaissance du contexte de travail et l’histoire de l’opérateur (pp. 25-26).

Lors des séances collectives, les enseignants verbalisent en partie la représentation qu’ils ont de la tâche prescrite qu’ils élaborent collectivement. Nous allons analyser tout ce que l’enseignant met en œuvre pour se représenter la tâche prescrite, d’un point de vue mathématique, didactique et des gestes professionnels.

La tâche redéfinie

Selon Leplat, les écarts entre la tâche réalisée et la tâche prescrite peuvent être vus de façon négative (manques, insuffisances, altérations) mais aussi de façon positive, comme la redéfinition d'une nouvelle tâche que le sujet s'est donnée. En effet, l'enseignant qui met en œuvre la tâche prescrite n'est pas un pur exécutant de celle-ci car « il se définit sa propre tâche à partir de la tâche prescrite et à partir de ses propres caractéristiques » (p. 26). La redéfinition tient alors compte des contraintes de la situation et a deux sources principales : d'une part, elle consiste à opérationnaliser la tâche prescrite en fonction des conditions présentes, d'autre part, elle prend en compte les finalités propres de l'agent (enseignant).

> Cette tâche s'inscrit pour lui dans son histoire. Il ne fait pas que réaliser la tâche prescrite, mais il vise aussi, par cette réalisation, des buts personnels : sa promotion, sa carrière, son intégration dans un groupe, sa santé physique et mentale, etc. (p. 28).

Les écarts entre la tâche redéfinie et la tâche prescrite peuvent provenir de la compétence de l'agent (due à la part d'implicite laissée dans la tâche prescrite ou due à des compétences insuffisantes ou en surcroît), l'adhésion à la conception de la tâche (aux buts et aux conditions proposés dans la tâche prescrite), la limitation de la charge de travail (par un souci d'économie), les projets personnels, la redéfinition collective (avec des règles non écrites et non prescrites par l'organisation).

> La redéfinition peut être antérieure à l'action et explicitable par l'agent ou bien ne se révéler qu'au cours de l'exécution, comme une sorte d'explicitation pratique de la définition précédente. Si l'on demande à un agent la tâche qu'il se propose d'accomplir, il verbalise un certain nombre de tâches élémentaires participant à l'exécution de la tâche globale. (p. 31)

Lors des séances collectives en particulier de l'étape 2 d'un cycle LS, l'enseignant peut en partie verbaliser sa redéfinition de la tâche prescrite, en se projetant par anticipation dans la réalisation de la tâche. Pendant les séances de l'étape 4, l'enseignant peut également expliciter sa redéfinition de la tâche par anticipation (en exprimant ce qu'il avait prévu de réaliser) ou pendant la leçon.

> Le statut des verbalisations de la tâche redéfinie est difficile à établir. À une même tâche verbalement exprimée, peut correspondre chez certains agents une opérationnalisation qui sera facilement mise en œuvre, alors que, chez d'autres, cette opérationnalisation aura à être construite. (p. 32)

Pour notre travail, nous retenons que l'enseignant a une redéfinition personnelle à partir de la tâche prescrite et de ses propres caractéristiques, que l'enseignant se redéfinit une tâche soit antérieurement à la tâche réalisée (qui correspond à la leçon), soit au cours de la tâche réalisée. Le dispositif LS peut alors jouer un rôle dans la redéfinition de la tâche par l'enseignant au cours de la tâche réalisée, dans le sens où la présence de nombreux observateurs peut induire certains choix dans cette redéfinition. Nous allons analyser tout ce que l'enseignant met en œuvre pour se redéfinir la tâche prescrite, d'un point de vue mathématique, didactique et des gestes professionnels.

L'activité

Leplat définit ainsi l'activité :

> L'activité qui est l'objet de l'analyse psychologique du travail est celle qui vise l'exécution de la tâche prescrite : c'est-à-dire la connaissance de cette tâche est une des clés de la connaissance de l'activité. Ceci ne veut pas dire que la connaissance de l'activité sera inférée directement de la connaissance de la tâche prescrite, mais que celle-ci peut apporter une contribution importante à l'analyse de l'activité. (pp. 23-24)

Pour illustrer son propos, Leplat donne l'exemple d'un joueur. En effet, l'analyse de l'activité d'un joueur peut être éclairée par la connaissance des règles du jeu. En revanche, la connaissance des mécanismes de l'activité du joueur ne peut pas être inférée à partir de la connaissance de ces règles, pas plus que des conseils ou instructions au joueur qui peuvent y être joints.

Dans notre contexte, nous avons accès à la tâche prescrite, ainsi qu'une partie des représentations, des indications, des recommandations l'accompagnant qui résultent du travail collectif.

> Aborder la genèse de l'activité à partir de la tâche prescrite consiste à se demander comment l'agent répond à cette tâche, comment il la transforme, éventuellement, en fonction de ses caractéristiques et de ses propres finalités. (p. 24)

Analyser l'activité de l'enseignant consiste alors à analyser son appropriation de la tâche prescrite ainsi que les modifications qu'il lui apporte en fonction des caractéristiques et des propres finalités de l'enseignant.

Dans notre travail, nous allons nous appuyer sur les travaux de Leplat pour caractériser l'activité enseignante comme un processus de modifications entre les niveaux de tâches. Le modèle de Leplat se prête particulièrement bien à l'analyse de notre objet de recherche car dans le contexte spécifique du dispositif LS, nous avons en partie accès au travail de préparation (élaboration collective de la tâche prescrite) puis d'analyse de la tâche réalisée. De fait, nous allons plus précisément employer un modèle d'analyse qui se base sur les travaux de Leplat et qui a été adapté dans le champ de la didactique des mathématiques par Mangiante (2007, 2012).

2.2 Adaptations du modèle d'analyse de Leplat en didactique des mathématiques

La recherche de Mangiante (2007, 2012) porte sur la genèse des pratiques d'enseignants généralistes du primaire en formation initiale puis en début de carrière, enseignant les mathématiques, dans un dispositif de formation sous forme *d'Ateliers d'Analyse de Pratiques Professionnelles* (AAPP) dans le plan d'études d'un *Institut Universitaire de Formation des Maîtres* en France. L'objet de ce travail était d'analyser comment se développaient les pratiques d'enseignants débutants, ce qui pouvait prédéterminer en quelque sorte la stabilité observée chez les enseignants confirmés et la part susceptible d'évoluer dans le cadre d'un dispositif de formation initiale autour de l'analyse de pratiques. Nous voyons donc que ce travail a des points communs avec notre projet. Avant d'en présenter le cadre théorique et la méthodologie, nous commençons par faire un tableau comparatif pour pointer les points communs et les dissemblances entre ces deux contextes particuliers.

2.2.1 Comparaison des deux dispositifs

LS	**AAPP**
Formation continue	Formation initiale
Enseignants expérimentés et volontaires	Enseignants stagiaires puis novices
Le sujet mathématique est choisi par le GLS en fonction d'une difficulté d'enseignement et/ou d'apprentissage	Le sujet mathématique n'est pas choisi par l'enseignant stagiaire
Préparation et planification collective de la leçon de recherche	Préparation collective de la séquence. Finalisation de la préparation de la séance individuellement
Au niveau de la leçon (une ou deux séances)	Au niveau de la séquence d'enseignement (trois séances)
L'enseignant met en œuvre la leçon de recherche dans sa classe, devant ses élèves	L'enseignant stagiaire met en œuvre la leçon dans la classe de son maître-formateur et non devant ses élèves
Évaluation du processus de LS par les facilitateurs	Évaluation de la formation par le professeur IUFM
La leçon de recherche peut être enseignée (et améliorée) plusieurs fois	La leçon préparée collectivement est enseignée qu'une seule fois
Pour les enseignants : la focale est sur l'apprentissage des élèves	Pour les enseignants : la focale est sur les pratiques enseignantes

Tableau 1 : Tableau comparatif des deux dispositifs de formation LS et AAPP

Les deux dispositifs reposent sur un travail collaboratif et réflexif dont les finalités principales sont de se former, de prendre du recul sur ses pratiques et d'analyser son enseignement. Ces dispositifs n'ont pas d'enjeu de validation certificative et sont ancrés dans des institutions pour l'un de formation initiale pour l'autre de formation continue volontaire. Dans les deux dispositifs, le groupe (GLS ou enseignants stagiaires avec les maîtres formateurs) étudie les documents d’appui, les moyens d’enseignement (les manuels scolaires), les plans d’études (les programmes officiels), les documents d’accompagnements, les manières de faire courante.

Dans le dispositif LS, après avoir enseigné la leçon de recherche, le GLS évalue les effets de la leçon sur les activités des élèves pendant la classe. Pendant la leçon de recherche, chaque membre du GLS observe un ou plusieurs élèves[17] et prend des notes sur l’activité des élèves pendant la classe (ce qu’ils font, ce qu’ils ne font pas, ce qu’ils disent, ce que l’enseignant dit et les effets sur ce que font les élèves), puis révise la leçon, l’améliore afin d’obtenir un nouveau plan de leçon qui sera éventuellement enseigné dans d’autres classes. Il peut donc y avoir un processus itératif jusqu’à obtenir un plan de leçon final réutilisable par d’autres enseignants, rendu public. Cette dimension de visibilité et de diffusion dans ce dispositif n’est pas présente dans le dispositif d’AAPP. Cette diffusion constitue une différence importante entre les deux dispositifs car écrire un plan de leçon final à destination d’autres enseignants et éventuellement un article dans des revues professionnelles implique une posture différente pour les enseignants du GLS. Cette diffusion implique de rendre le travail et la recherche autour du sujet d’enseignement accessibles à un enseignant extérieur au dispositif. De ce fait, les enseignants doivent dépersonnaliser leur travail et expliciter les implicites mis en place au cours du dispositif ainsi que le vocabulaire partagé pendant un cycle LS.

Dans le dispositif LS, la focale des enseignants est sur les effets de l’enseignement de la leçon de recherche sur les apprentissages des élèves et non sur l’enseignant en tant que personne, contrairement au dispositif d’AAPP.

Autres différences essentielles, dans le dispositif d’AAPP, après la séance de préparation, la finalisation de la préparation de la séance reste à la charge de l’enseignant stagiaire et le sujet de la leçon est imposé par le maître-formateur aux enseignants stagiaires.

2.2.2 Cadre théorique, problématique et modèle d’analyse

Mangiante (2007, 2012) a étudié la genèse des pratiques enseignantes, plus précisément comment se forment les pratiques de trois enseignants stagiaires (lors de leur année de formation professionnelle) puis novices (lors de leur première année d'exercice). Comme nous l’avons dit plus haut, les premiers travaux dans le cadre de la double approche avaient conduit à montrer que les pratiques des enseignants (non débutants) forment un système complexe, cohérent et stable. Le but de Mangiante était dès lors d’étudier la cohérence en germe dans les pratiques, c’est-à-dire comment les pratiques s'organisent peu à peu en un système cohérent.

[17] Le GLS se répartit les élèves ou groupe d’élèves à observer (sans contrainte particulière) avant la leçon.

La manière dont les enseignants s’approprient des situations d'enseignement lui permet d’étudier la cohérence en germe. La problématique spécifique était ainsi d’étudier comment s’installe peu à peu et se développe une cohérence dans les pratiques dans l’enseignement des mathématiques. « La cohérence des pratiques se manifeste, en partie, à travers la façon dont chaque enseignant investit la marge de manœuvre dont il dispose » (p. 23). Pour que l’enseignant puisse enseigner le projet initial préparé collectivement, il doit se l’approprier et il crée alors un écart entre le projet initial et le projet réalisé. Pour étudier comment s’installe une cohérence dans les pratiques, elle a étudié « ce mode d’appropriation, c'est-à-dire le processus de transformation et d’assimilation à travers lequel les professeurs vont s’approprier des situations d’enseignement » (p. 24). La cohérence se traduit donc par « la manifestation de l'existence d'un projet général d'enseignement et de moyens suffisants pour le mettre en œuvre » (p. 387). En se référant à la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1986), elle analyse l’activité de l’enseignant à travers la réalisation des processus de dévolution, de régulation et d’institutionnalisation.

Pour notre travail, il nous est également apparu important d’analyser l’activité de l’enseignant à travers ces trois processus d’enseignement pour plusieurs raisons. Tout d’abord, le travail collectif lors du dispositif LS a porté spécifiquement sur le processus de dévolution lors du premier cycle LS (cycle *a*), sur le processus d’institutionnalisation lors du deuxième cycle LS (cycle *b*) et sur le processus de régulation par un travail sur les aides à apporter aux élèves lors des troisièmes et quatrièmes cycles (cycles *c* et *d*). Il est donc intéressant d’analyser l’activité de l’enseignant pendant ces processus travaillés spécifiquement pour observer une évolution éventuelle. Une autre raison de ce choix repose sur le fait que les processus de dévolution et d’institutionnalisation sont en tension et peuvent être difficiles à gérer pour des enseignants primaires en mathématiques. Finalement, nous nous intéressons à ces processus d’enseignement car l’analyse de l’activité de l’enseignant en référence aux niveaux de développement des pratiques repose également sur ces processus.

Mangiante pose comme hypothèse que l’enseignant modifie le projet initial élaboré collectivement en fonction de son rapport à la formation, de ce qu’il pense de ses capacités à l’exécuter, de ses connaissances, de son expérience, de ses représentations sur les mathématiques, sur l’enseignement, sur l’apprentissage de ses élèves et de la réalité de la classe. Le modèle d’analyse qu’elle élabore à partir de Leplat (1997) lui permet de décrire l’activité de l’enseignant lorsqu’il prépare et met en œuvre une situation d’enseignement et de décrire l'activité de l'enseignant comme un processus de modifications de la représentation à la réalisation de la tâche.

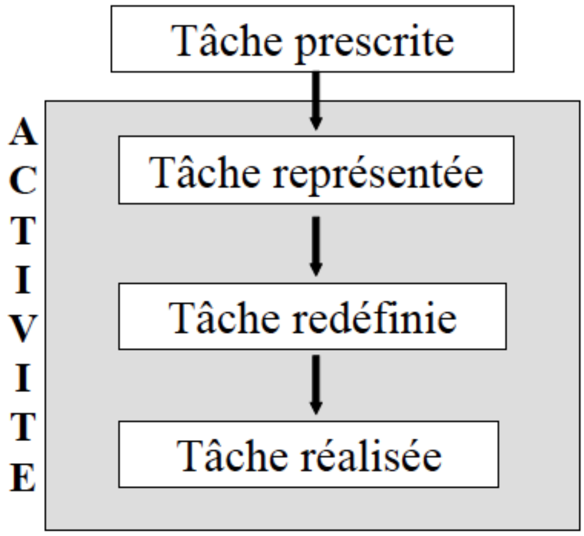


Figure 4 : Schéma de Leplat adapté par Mangiante (2007, p. 53)

Mangiante adapte alors ce schéma au contexte de formation pour enseignants.

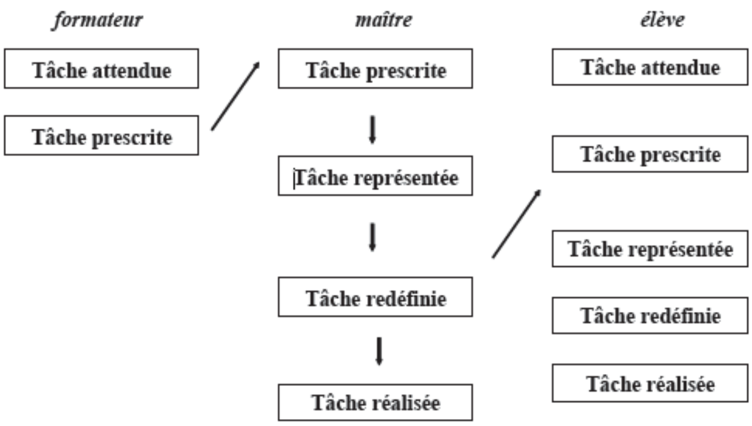


Figure 5 : Schéma de Leplat adapté par Mangiante (2007, p. 55) à une situation de formation

Dans notre travail, nous utilisons une part de la méthodologie et du cadre d'analyse de Mangiante, en particulier l'idée centrale d'analyser l'activité de l'enseignant comme un processus de modifications entre les différents niveaux de tâches. Cette analyse vise à regarder l'activité de l'enseignant à la fois du point de vue de la tâche mais aussi du point de vue de l'enseignant (Leplat, 1997). Le processus de modifications dépend de déterminants internes (les caractéristiques personnelles : savoirs, finalité, rapport à la formation...) et de déterminants externes (contexte de la formation, situations proposées...) (Mangiante, 2007).

Nous allons analyser à travers le processus de modifications, comment les enseignants s'adaptent et s'approprient la leçon de recherche élaborée collectivement, ce que cela implique de changements et où se situent les résistances.
Les résultats issus de l'analyse réalisable selon ce modèle (Ibid., pp. 61-62) indiquent la façon dont chaque enseignant prend en compte et analyse les trois sources d'aides et de contraintes qui sont les prescriptions institutionnelles, l'activité de l'enseignant et l'activité de l'élève. Les priorités entre ces trois sources sont à l'origine du mode d'appropriation de la situation. Les variations entre ces priorités guident les décisions de l'enseignant, renseignent sur la dynamique des pratiques et fournissent une interprétation de l'évolution des pratiques. À partir des résultats des analyses, Mangiante décrit alors la trajectoire suivie par chaque enseignant, en décrivant ces rapports de priorité, ce qui caractérise la cohérence en germe dans les pratiques.

Dans notre contexte et pour notre questionnement, nous reprenons et adaptons cette démarche méthodologique et les hypothèses suivantes :

- toute appropriation de la tâche prescrite s'accompagne de modifications
- la manière dont chaque enseignant investit la marge de manœuvre à disposition est révélatrice de la manière dont il enrichit (ou non) ses pratiques
- chaque enseignant prend en compte et analyse les sources d'aides et de contraintes qui sont :
    - les prescriptions institutionnelles : le Plan d'Études Romand, la tâche prescrite qui émane du travail du GLS, les commentaires pédagogiques des ressources MER...
    - la prise en compte de l'activité de l'élève
    - l'analyse mathématique que l'enseignant effectue de l'activité mathématique

2.2.3 Liens entre le processus de modifications et les composantes des pratiques

Dans l'analyse en niveaux de tâches et en processus de modifications, l'activité du sujet (enseignant) y est considérée des points de vue non seulement de la tâche mais aussi du sujet (Leplat, 1997). Dans notre recherche, nous considérons l'activité de l'enseignant du point de vue de la tâche par une analyse *a priori* de la tâche prescrite, une analyse des connaissances mathématiques et didactiques, des gestes professionnels implicites et explicites à mettre en œuvre. Nous considérons l'activité de l'enseignant du point de vue de l'enseignant par une analyse des composantes personnelle, sociale et institutionnelle des pratiques. Mangiante

(2007) précise que le processus de modifications dépend de déterminants internes (les caractéristiques personnelles : savoirs, finalité, rapport à la formation...) et de déterminants externes (contexte de la formation, situations proposées...). Dans notre recherche, nous analysons les composantes personnelle, sociale et institutionnelle des pratiques pour expliquer les sources et les évolutions du processus de modifications de la tâche prescrite. En ce sens, notre démarche se rapproche de celle d'Arditi (2011). Elle s'intéresse aux variabilités des pratiques d'enseignants primaires enseignant un même sujet mathématique avec un même manuel en reprenant le modèle d'analyse adapté par Mangiante. Les modifications apportées aux différents niveaux de tâches sont liées à l'analyse en composantes des pratiques. Les composantes personnelle et sociale sont des facteurs des modifications de la tâche prescrite (par anticipation, pendant la préparation de la leçon). Les composantes personnelle, sociale et médiative sont des facteurs des modifications de la tâche prescrite (pendant la classe). La composante cognitive intervient dans la redéfinition de la tâche par l'enseignant (Ibid.).

> La tâche représentée dépend donc de la composante personnelle des pratiques mais aussi des composantes cognitives et institutionnelles. De plus, la vision que l'enseignant a de ses élèves peut jouer sur la représentation de la tâche qu'il pense qu'on attend de lui. (p. 45)

La représentation de la tâche prescrite dépend des composantes personnelle, institutionnelle, sociale et cognitive. La redéfinition de la tâche prescrite dépend des composantes personnelle, cognitive, sociale.

2.2.4 Outils théoriques pour analyser une évolution des pratiques

L'analyse en référence avec des niveaux de développement permet d'observer une évolution dans les pratiques lorsqu'il y a un changement de niveau ou lorsqu'il y a une évolution des indicateurs à l'intérieur d'un niveau de développement. Pour les niveaux de développement, il est possible d'atteindre partiellement un niveau et entièrement le niveau supérieur. Le niveau 1 a un statut particulier car il est davantage relié à la « gestion de classe » alors que les quatre autres sont davantage didactiques. Rappelons que ces outils théoriques ont été élaborés dans le cadre particulier de l'enseignement en Zone d'Education Prioritaire où le niveau 1, l'installation de la paix scolaire est parfois difficile à atteindre et peut rendre l'enseignement difficile. Ainsi, cette analyse en niveaux de développement permet d'observer une évolution des pratiques principalement liées aux activités de l'enseignant en classe.

Une évolution des pratiques peut être aussi marquée par une évolution au niveau des composantes des pratiques. Des recherches (Masselot & Robert, 2007) ont montré que c'est principalement la composante médiative des pratiques qui reste stable. Cette analyse en composante permet d'observer si le dispositif a un effet sur certaines composantes des pratiques.

Nous analysons le processus de modifications de la tâche prescrite pour chaque leçon observée. Pour observer une évolution des pratiques, nous analysons les différentes sources de ce processus et nous analysons si le dispositif LS implique des changements au niveau des sources de ce processus. Ainsi, nous croisons l'analyse en composante avec l'analyse en processus de modifications dans le sens où nous analysons les composantes des pratiques pour expliquer les sources et les évolutions du processus de modifications de la tâche prescrite.

2.3 Questions de recherche

La problématique générale de notre thèse est de caractériser les pratiques enseignantes et d'en étudier les évolutions à travers l'analyse des effets du dispositif LS. Nous déclinons ainsi la problématique générale en trois questions qui utilisent différents outils théoriques présentés dans les parties précédentes 2.1 et 2.2. En se situant dans le modèle d'analyse de Leplat (1997) adapté par Mangiante (2007, 2012), l'activité enseignante est analysée à travers le processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée. À travers ce processus, nous nous intéressons à étudier comment les enseignants s'adaptent et s'approprient la leçon de recherche élaborée collectivement et ce que cela implique dans les changements ou non des pratiques.

Question 1. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

En nous plaçant dans le cadre de la double approche, nous partons du constat que les pratiques constituent un système complexe, cohérent et stable. La deuxième question de recherche s'appuie sur les concepts de i-genre et de niveaux de développement (Charles-Pézard et al., 2012; Peltier-Barbier et al., 2004) :

Question 2. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?

La troisième question de recherche concerne l'analyse des pratiques en composantes :

Question 3. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

Le chapitre 2 a exposé différents outils théoriques issus de la double approche que nous convoquons dans notre recherche. L'activité de l'enseignant est analysée au niveau de la leçon en référence à des niveaux de développement des pratiques et comme processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée. Dans l'analyse de l'activité en processus de modifications, la situation (par une analyse *a priori* de la tâche prescrite) d'une part et l'enseignant (par une analyse des composantes personnelle, sociale et institutionnelle) d'autre part sont pris en compte. Ce cadre théorique permet ainsi d'analyser l'activité enseignante au niveau de la leçon, avec le modèle de Leplat adapté par Mangiante et d'analyser les pratiques à un niveau plus global, au moyen de composantes qui permettent de relever des régularités et des variabilités. Dans la partie suivante, nous mettons en place une méthodologie qui permet de croiser les différents aspects de ce cadre théorique afin d'analyser les évolutions dans les pratiques.

Partie B Méthodologie

La partie B comprend les choix d'ordre méthodologique que nous avons effectués lors de la recherche à différents niveaux : tant au niveau du choix des enseignantes (chapitre 3), que lors de la collecte et du traitement des données brutes aux données de recherche (chapitre 4). Puis, la démarche d'analyse suivie pour étudier les pratiques des enseignantes et leurs évolutions (chapitre 5) est détaillée en lien avec les outils théoriques présentés dans la partie A.

Chapitre 3. Description du GLS

Le chapitre 3 expose d'abord les ressources utilisées par les enseignants des écoles primaires en Suisse Romande. Ce chapitre présente ensuite des caractéristiques des membres du groupe et les critères de choix retenus pour les trois enseignantes, et se termine par la description de la dynamique et du rôle endossé par les deux facilitateurs dans le dispositif.

Le Groupe Lesson Study (GLS) est composé de deux facilitateurs (Stéphane en didactique des mathématiques et Anne en enseignement, apprentissage et évaluation) et de huit enseignants expérimentés de degrés 5H et 6H dont sept enseignent dans un même établissement scolaire dans le canton de Vaud.

3.1 Présentation des Moyens d'Enseignement Romands

Dans le contexte de la Suisse romande, les enseignants disposent de ressources officielles pour l'enseignement des mathématiques pour toute l'école obligatoire (1H à 11H), nommées Moyens d'Enseignement Romands (MER). Ces MER reposent sur des *fondements* qui déterminent les orientations de la collection sur des plans méthodologiques et didactiques (Gagnebin, Guignard & Jaquet, 1998). En particulier, le *fondement* 8 énonce que le livre du maître doit être conçu comme un ouvrage ressource et non comme un guide organisant une progression pas à pas. Ces MER mis en place à partir de 1998 se sont inspirés des travaux de l'équipe ERMEL et s'inscrivent dans le paradigme de la résolution de problème (Dorier & Maréchal, 2008). Ainsi, ces MER et en particulier des degrés 5H et 6H (qui datent de 1998/1999) proposent majoritairement des activités sous forme de situations-problèmes et sont organisés sous forme de recueil d'activités (Daina, 2013, p. 14). Ces ressources ont été conçues sur une approche de type socioconstructiviste et ne proposent pas ou peu d'activités d'entraînement, ces dernières sont à la charge de l'enseignante.

> Tout manuel reflète les conceptions de ses auteurs. Ceux qui croient aux vertus de l'entraînement répétitif y mettent beaucoup d'exercices. Ceux qui pensent qu'on doit prendre l'élève par la main pour l'aider à franchir les obstacles découpent le cours en

> petites étapes selon le modèle de l'enseignement programmé. Ceux qui pensent que c'est par son action sur le milieu et par ses interactions avec d'autres que l'homme apprend et construit ses connaissances proposeront dans leurs pages de nombreuses situations. C'est cette dernière option, celle que l'histoire retiendra peut-être sous le nom de « socio-constructivisme » qui a été choisie par la nouvelle série des ouvrages romands « Mathématiques 1P – 4P » et qui sera maintenue pour les degrés 5 à 9. (Jaquet, 2000, p. 10)

Dorier et Maréchal (2008) en détaillent la structure :

> Les fichiers et livres de l'élève se présentent ainsi comme une succession d'activités réparties dans 6 à 8 modules correspondant au découpage du plan d'études. Le fichier [ou livre] du maître présente une introduction pour chaque module visant à en définir les objectifs et reprend chaque fiche et exercice des documents élèves avec quelques commentaires sur l'organisation, les objectifs, les stratégies possibles des élèves et des prolongements envisageables. Les activités à l'intérieur d'un même module ne sont pas hiérarchisées et c'est à l'enseignant d'organiser sa progression. Aucun élément de cours n'est donné. Il est donc clair qu'une part importante du travail de préparation est laissée entièrement à l'initiative et à la charge des enseignants. (p. 70)

Le GLS a utilisé ces MER pendant les séances, mais aussi d'autres ressources : manuels scolaires français, sites Internet, traces d'élèves, etc.. Ces ressources sont proposées tant par les enseignants que par les facilitateurs.

3.2 Les enseignantes

3.2.1 Descriptif des trois enseignantes du GLS choisies pour cette étude

Nous avons choisi d'analyser les pratiques de trois enseignantes parmi les huit du GLS et nous présentons quelques-unes de leurs caractéristiques[18].

Enseignantes	Âge	Nombre d'années d'enseignement	Formation initiale	Formation complémentaire/ parcours professionnel
Anaïs	**35<...< 40**	**15<...<20**	**École normale**	**Praticienne formatrice (depuis plus de 5 ans)**
Océane	**45<...< 50**	**15<...<20**	**École normale**	**Praticienne formatrice (depuis plus de 5 ans)**
Valentine	**50<...< 55**	**30<...<35**	**École normale**	**Praticienne formatrice (depuis plus de 10 ans)**

Tableau 2 : Quelques caractéristiques des trois enseignantes du GLS en 2013

Ces enseignantes appartiennent au même établissement scolaire qui est réparti en plusieurs bâtiments scolaires dans différents quartiers de la ville.

[18] Au début du dispositif, les facilitateurs ont demandé aux enseignants de remplir un formulaire de renseignements (parcours professionnel, formations initiales/complémentaires/continues, intérêt pour le processus de LS). Nous avons dressé leur portrait à partir de ces renseignements, à partir des échanges informels que nous avons pu avoir tout au long du dispositif et à partir des séances du dispositif.

Ces trois enseignantes enseignent toutes en 5 ou 6H (voir Annexe 56 pour la correspondance des degrés scolaires) et gardent les mêmes élèves pendant deux ans. Pendant la première année du dispositif, Océane enseigne dans une classe de 6H, Anaïs et Valentine en 5H. Elles sont toutes trois praticiennes formatrices et pour obtenir ce titre, elles ont dû suivre une formation complémentaire (de 10 crédits ECTS) à la HEP. Ainsi, elles reçoivent et forment des stagiaires dans leur classe.

3.2.1.1 Quelques caractéristiques d'Anaïs

Anaïs est investie dans son métier : elle a quinze années d'expérience d'enseignement en 5-6H et elle accueille des enseignants stagiaires dans sa classe, collabore avec un formateur de didactique des mathématiques à la HEP Vaud dans le cadre de ses activités professionnelles. Elle collabore également à l'intérieur de son établissement avec sa collègue Édith (une autre enseignante du GLS) pour la préparation des leçons (choix des activités, activités d'approfondissement réservées aux élèves qui présentent des facilités, progressions, évaluations, etc.) en mathématiques et dans les autres disciplines. Elles préparent aussi les déroulements des séquences (tâches d'entraînement, tâches d'approfondissement, évaluations). Elle a participé à de nombreuses formations principalement en français et en lecture. En participant au dispositif, elle souhaite échanger avec d'autres enseignants, voir d'autres manières d'enseigner et enrichir ses connaissances pour l'enseignement en mathématiques.

> SC1 - 29:11 - 30:23 Anaïs[19] : Partager avec des collègues et voir d'autres manières d'aborder des sujets... C'est chouette de pouvoir voir d'autres choses parce qu'on n'en a jamais l'occasion. Et puis d'essayer de monter mon niveau de connaissances, de compétences, c'est un sujet. Et puis sinon, je fais partie d'un groupe en maths. J'hésitais... et puis j'ai été convaincue. [...]

3.2.1.2 Quelques caractéristiques d'Océane

Avant d'être enseignante, Océane a suivi un parcours scientifique et a travaillé dans la finance. Elle participe au dispositif pour apprendre de nouvelles façons d'enseigner et de nouvelles « techniques ». Elle souhaite se renouveler et se rassurer par rapport à ce qu'elle enseigne. Contrairement aux autres enseignantes du GLS, elle enseigne dans un bâtiment scolaire situé en périphérie du centre-ville, avec une population de niveau socioculturel moins favorisé que celles des autres enseignantes du GLS. Sa classe est « difficile », concernant la gestion de classe. D'ailleurs, elle et ses collègues ont suivi des formations spécifiques à la gestion de classe dans ce type d'établissement.

---

[19] Dans un soucis de clarté, les transcriptions ont été améliorées dans le texte et sont restées littérales dans la version numérique.

SC1 - 33:20 - 34:29 Océane : j'ai beaucoup de facilité dans mon parcours scolaire avec les maths... tellement, que je ne me suis jamais posé de questions. C'est quand j'ai commencé à enseigner que je me suis posée beaucoup de questions. J'ai dû me mettre à la place des élèves, et là j'ai dû faire tout un travail et je pense que c'est pas fini. Et souvent c'est ce qui arrive aussi. Les élèves sont à des stades différents à des moments de compréhensions différentes. Et j'arrive pour certains mais pas pour tous... si je me concentre alors peut-être qu’aussi ça va m'aider à me renouveler, à me centrer un peu plus, à échanger... et j'aimerais bien savoir comment les développer... pour les élèves. Et c'est tout. Mais c'est beaucoup de choses. J'ai été vite.

3.2.1.3 Quelques caractéristiques de Valentine

Valentine est investie dans son métier mais pas spécialement en mathématiques : elle a participé à de nombreuses formations littéraires et artistiques et presque aucune en mathématiques « par manque d’intérêt ». Elle se dit moins compétente en mathématiques que dans les branches littéraires. Participer au dispositif représente un défi pour elle mais aussi une opportunité de se perfectionner et d’échanger. Elle souhaite avoir des pistes pédagogiques qui lui permettent d’apprendre à mieux transmettre aux élèves et à mieux comprendre leurs difficultés.

SC1 - 26:39 - 27:55 Valentine : les maths, pour moi, c'est ma faiblesse. J'ai quasi jamais fait de formation continue en maths alors que dans d'autres branches, je me sens plus à l'aise, c'est plutôt là, la formation continue. Donc voilà, c'est un défi. J'ai quelque appréhension de me mettre dans ce groupe. Ça m'intéresse en tant que personnellement de développement personnel effectivement je me réjouis de voir ce que c'est une recherche et ça m'intéresse beaucoup. Et puis pour les maths, j'espère en tirer non seulement la satisfaction mais en tout cas les compétences, les compétences pour enseigner les maths mieux. Mes deux dernières volées vont être gâtées.

3.2.1.4 Utilisation des ressources

Nous résumons les caractéristiques de ces trois enseignantes ci-dessous, en précisant les moyens officiels que chacune a pu utiliser durant son parcours professionnel.

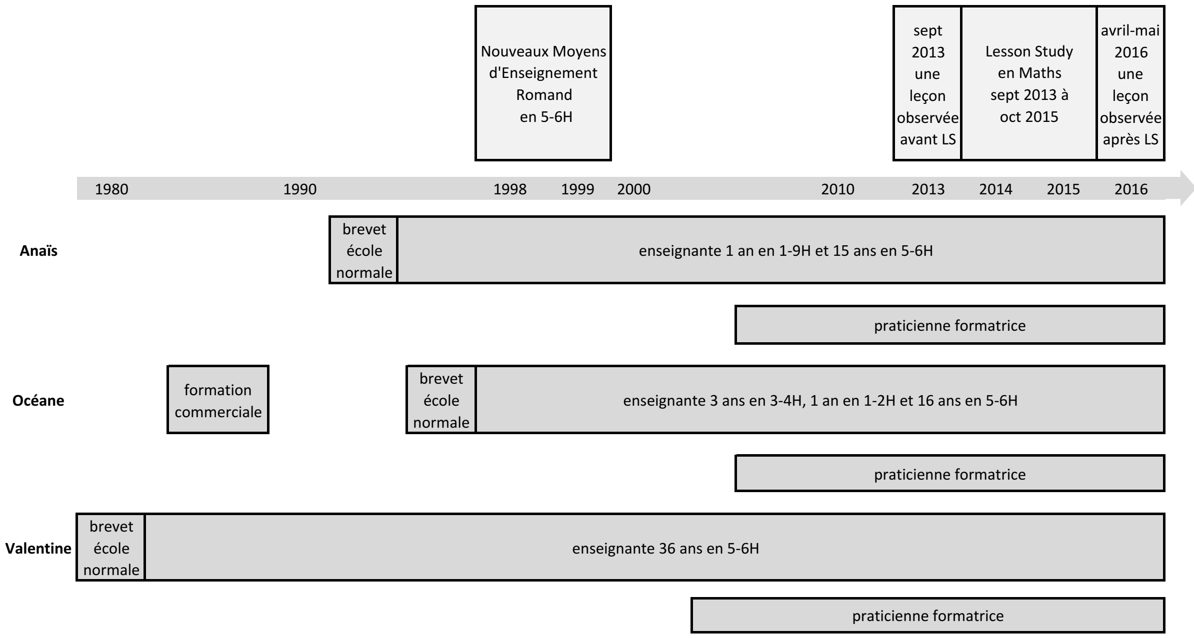


Tableau 3 : Parcours des trois enseignantes

À travers ces différentes caractéristiques, nous voyons que ces enseignantes sont expérimentées dans le niveau d'enseignement 5-6H (entre 15 et 36 ans), ainsi qu'en tant que praticiennes formatrices (entre 10 et 14 ans d'expérience). De plus, elles ont effectué leur formation initiale à l'École Normale avec les anciens Moyens d'Enseignement Romands (MER). Anaïs et Valentine ont d'abord enseigné avec les anciens MER avant l'introduction des nouveaux MER en 1998/1999 en 5H/6H. Océane a enseigné avec les nouveaux MER pour les degrés 5-6H. Elles sont investies dans leur métier et leur motivation pour participer au dispositif sont diverses : partager-échanger sur leurs pratiques, approfondir l'enseignement des mathématiques, etc.

3.2.2 Choix des trois enseignantes

Pour choisir les trois enseignantes du corpus, nous avons pris en compte le niveau d'implication, le taux de présence pendant les deux années et la motivation initiale à participer au dispositif. Nous avons essayé dans la mesure du possible de choisir des enseignantes qui ont des caractéristiques différentes par rapport au nombre d'années d'enseignement et à leur rapport aux mathématiques.

Nous avons retenu parmi les huit enseignants :

- Valentine car elle verbalise ses représentations ainsi que ses conceptions en mathématiques et elle est motrice dans le GLS. Elle a une expérience d'enseignement de plus de trente ans et elle dit ne pas aimer les mathématiques. Elle a le désir par cette formation de relever un défi personnel.

- Océane car elle est l'enseignante qui participe le plus activement dans le dispositif, elle a la volonté de se développer professionnellement et est investie en mathématiques.
- Anaïs car elle est investie en mathématiques et elle a l'habitude de travailler en collaboration avec une autre enseignante du GLS.

Ces trois enseignantes sont toutes praticiennes formatrices, bien que cela n'ait pas été un critère de choix.

3.3 Dynamique du GLS

Le climat de travail du GLS est détendu, serein et repose sur une confiance entre enseignants et facilitateurs. Pendant les séances, les enseignants prennent librement la parole et lorsqu'il y a une leçon de recherche, ils se portent volontaires. Six enseignants ont enseigné une leçon de recherche et les deux autres n'ont pas pu pour des raisons d'organisation. Anaïs a incité deux enseignantes de son école à participer au dispositif. Valentine, Édith et Océane sont motrices dans le groupe. Marius participe peu lors des séances et il ne prolonge pas son engagement dans le dispositif pour la deuxième année pour des raisons organisationnelles. Valentine a une parole très libre, verbalise ses pensées et ses conceptions sur les mathématiques sans retenue.

3.4 Rôles des facilitateurs[20]

Stéphane Clivaz, chercheur en didactique des mathématiques, intervient comme facilitateur dans le dispositif, nous le nommons Stéphane. Anne Clerc est facilitatrice dans le dispositif, elle est chercheur en enseignement, apprentissage et évaluation. Ils sont tous deux également formateurs d'enseignants au sein de la Haute École Pédagogique de Lausanne. Dans le dispositif, les deux facilitateurs ont plusieurs rôles : un rôle d'animateur dans lequel ils organisent les séances (aspects administratifs avec la Direction, aspects organisationnels...) et les conduisent, un rôle de formateur d'enseignants, un rôle d'expert[21] dans lequel ils amènent du contenu mathématique, didactique ou pédagogique et un rôle de participant à l'intérieur du dispositif avec la participation à l'écriture de plans de leçons finaux[22] ou d'articles dans des revues professionnelles (voir par exemple Baetschmann et al., 2015). Pendant les séances collectives, la posture des facilitateurs a évolué au cours du dispositif et selon les sujets

[20] Nous avons développé cette partie 3.4 dans un article (Batteau & Clivaz, 2016).
[21] Nommé habituellement knowledgeable others dans les lesson study.
[22] Tous les plans de leçons finaux de ce dispositif sont consultables à l'adresse : www.hepl.ch/3ls/

abordés. Pendant les séances collectives, ils orientent, parfois imposent des choix didactiques, parfois laissent les enseignants faire leurs choix puis expérimenter lors des leçons de recherche (Clerc-Georgy & Clivaz, 2016). Les facilitateurs ont attendu la fin du dispositif LS pour commencer à analyser les données de recherche, ils ont ainsi séparé leur rôle de facilitateurs et de chercheurs.

Dans une *lesson study* traditionnelle en Asie, ces différents rôles sont le plus souvent endossés par des personnes différentes. Le rôle de l'animateur est parfois pris par un des enseignants du groupe, tandis que les rôles de formateur et d'expert sont pris par des personnes différentes.

Dans notre contexte, les facilitateurs se partagent les interventions pendant les séances : l'un anime le groupe avec plutôt un rôle de formateur alors que l'autre joue plutôt un rôle d'observateur.

Étant experts en mathématiques et en enseignement, ils peuvent apporter des éléments théoriques lors des discussions s'il y a une connaissance qui manque mais c'est au groupe d'identifier les besoins. Leur rôle n'est pas d'apporter les solutions à chaque fois aux problèmes soulevés. Le travail lors des séances est collectif : les facilitateurs n'imposent pas leurs points de vue. Mais, ils se donnent aussi la liberté d'influencer les choix collectifs et les plans de leçon. Par exemple, Stéphane a insisté pour planifier une institutionnalisation lors de la leçon de recherche du cycle *b*.

L'objectif du dispositif vise un développement professionnel des enseignants et le moyen choisi par ce dispositif est de travailler sur la préparation, l'enseignement/l'observation, puis l'analyse d'une leçon en mathématiques, avec de plus un travail approfondi sur le sujet mathématique choisi.

Dans nos analyses, nous choisissons de préciser de quel facilitateur il s'agit lorsque c'est pertinent.

Le chapitre 3 illustre une dynamique positive et constructive du groupe dans ce dispositif particulier. Les caractéristiques des pratiques des trois enseignantes choisies sont a priori stables par leurs nombreuses années d'enseignement dans les mêmes degrés scolaires et par hypothèse dans le cadre de la double approche. Ces trois enseignantes ont également exprimé leur motivation à développer leurs pratiques et même, dans le cas de Valentine, à relever un défi personnel en participant à un dispositif de formation en mathématiques.

Chapitre 4. Recueil et traitement des données

Le chapitre 4 détaille les différentes étapes de collecte et de traitement des données : les types de données et les choix effectués au moment de leurs collectes, puis le calendrier des expérimentations et des évènements du dispositif LS et enfin les modalités de transcription des données.

4.1 Types de données

4.1.1 Nature des données

Les données recueillies pendant le dispositif LS sont constituées d'enregistrements vidéo :

- des séances de classe : la leçon de recherche et la leçon enseignée hors dispositif (sans observateurs)
- des séances collectives

et de documents écrits :

- les documents de préparations de la leçon de recherche
- les notes[23] des observateurs pendant la leçon
- les traces écrites des élèves
- les plans de leçon finaux : ce sont les plans de leçon rédigés à l'issue de chaque cycle, reprenant le plan de leçon ainsi que des éléments qui rendent compte des réflexions collectives pendant le cycle d'ordre mathématique, didactique et pédagogique
- les articles éventuels des enseignants décrivant le processus dans des revues professionnelles
- le journal de bord tenu par les facilitateurs, dans lequel ils indiquent leurs notes de préparation des séances collectives (modalités et contenus de formation, matériel, éléments d'organisation...), ainsi que leurs analyses, commentaires et remarques suites aux séances collectives.

Le schéma ci-après illustre les données recueillies lors de chaque étape du cycle LS.

[23] Les notes sont prises sur l'application iPad *LessonNote*, disponible sur le site : https ://lessonnote.com/ et développée spécialement pour les *lesson study* par Thomas McDougal et Akihiko Takahashi.

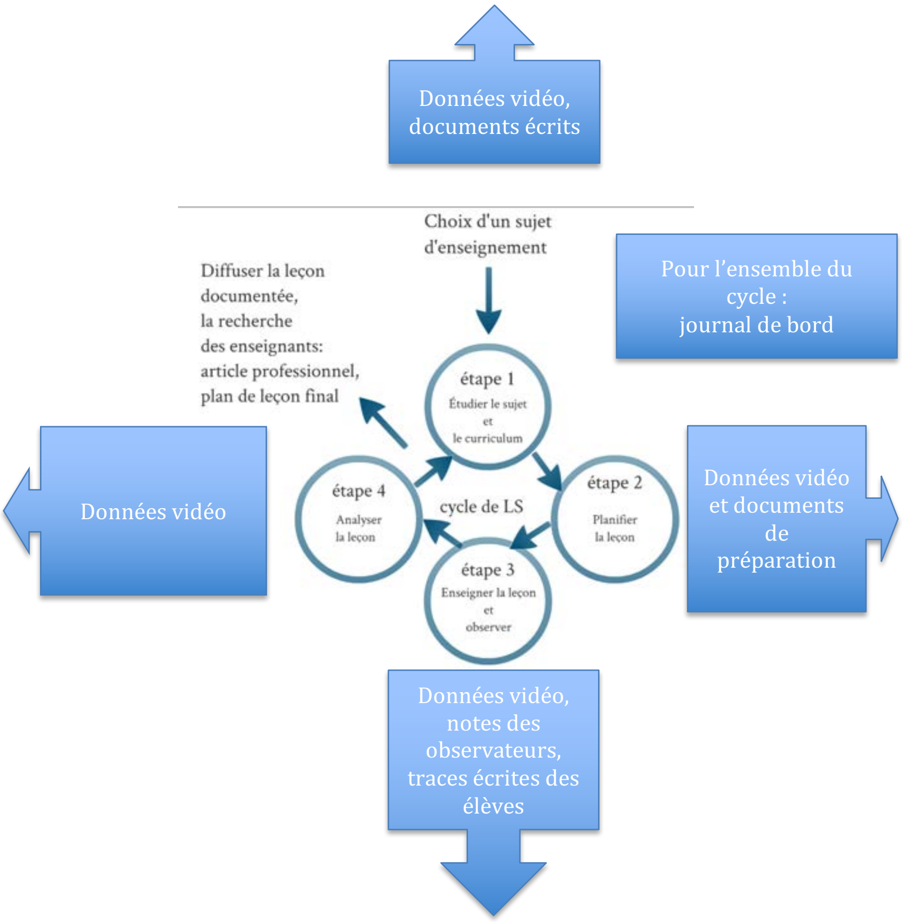


Figure 6 : Recueil des données

Les données recueillies hors du dispositif LS sont constituées :

- des enregistrements vidéo des leçons qui ont lieu avant et à la fin du dispositif LS
- d'un enregistrement vidéo de la présentation du projet LSM lors de l'inauguration du laboratoire 3LS à la HEP Vaud[24]
- d'un enregistrement d'un entretien avec les deux facilitateurs à l'issue de la première année du dispositif
- des documents de préparation des leçons hors dispositif (s'ils existent)
- des traces écrites des élèves lors des leçons
- de la progression que suit l'enseignant avec sa classe au niveau de la séquence
- des notes prises lors d'échanges informels avec l'enseignante avant et après la leçon

[24] Le laboratoire 3LS (Laboratoire Lausannois de Lesson Study, voir le site : www.hepl.ch/3LS/) a été inauguré le 17/09/2014. Lors de cette inauguration, le projet de recherche LSM a été présenté par les deux facilitateurs (Stéphane Clivaz et Anne Clerc) et par deux enseignantes du GLS.

Nous avons eu de courts échanges informels avec chaque enseignant avant le début et à la fin des leçons hors dispositif. Ces échanges ont souvent lieu dans la classe lorsque les élèves sont en train de s'installer ou de changer d'activité, ou pendant la récréation. Lors des échanges avant la leçon, nous essayons de déterminer les objectifs d'apprentissage visés et le contexte de la leçon. Nous demandons à l'enseignant ce qu'il a prévu d'enseigner, le sujet mathématique et l'activité choisie, s'il a une progression en mathématiques et s'il a écrit une fiche de préparation pour la leçon. Les objectifs des échanges de la fin de la leçon sont de mieux comprendre le fonctionnement et les pratiques de l'enseignant avec sa classe. L'enseignant prend librement la parole souvent en premier pour livrer ses impressions sur ce qui s'est passé durant la leçon au niveau de l'implication des élèves dans l'activité proposée et au niveau de leurs apprentissages. Puis, nous lui demandons d'expliquer certains choix dans les déroulements qui ont été observés (par exemple : le choix des activités mathématiques). Nous avons pris en note ces éléments pendant ces échanges.

4.1.2 Collecte des données

En tant qu'assistante du projet de recherche de LS, nous avons été présente et nous avons filmé presque toutes les étapes du processus de LS (séances collectives et leçons en classe). Nous n'avons pas participé à la recherche d'établissements scolaires et d'enseignants volontaires pour participer à ce projet. Nous n'avons pas participé aux moments d'échanges entre enseignants (avec ou sans facilitateurs) lors du travail d'écriture du plan de leçon final en fin de cycle LS car ces moments d'échanges se font en dehors des séances collectives. Nous avons donc choisi de ne pas utiliser ces plans de leçon finaux pour nos analyses des pratiques.

Nous avons accès aux échanges de mails lorsqu'une version de ce plan de leçon final est envoyée puis discutée avec l'ensemble du GLS.

Lors des leçons de recherche observées, nous avons filmé caméra à la main l'enseignant dans ses déplacements en classe et nous avons disposé une deuxième caméra en fond de classe en plan fixe sur l'ensemble de la classe et le tableau. L'enseignant porte un micro-cravate.

Pour les leçons hors dispositif LS, nous avons disposé une caméra au fond de la classe et l'enseignant porte également un micro-cravate.

Pour les vidéos de séances collectives, nous avons disposé une caméra en plan fixe. Lorsque le GLS travaille en sous-groupes, nous avons filmé séparément les sous-groupes puis monté les enregistrements dans la même vidéo.

Leçon de recherche	Leçon hors dispositif	Séance collective
Une caméra à la main centrée sur les déplacements de l'enseignant Une caméra en fond de classe Micro-cravate pour l'enseignant	Une caméra en fond de classe Micro-cravate pour l'enseignant	Caméra(s) en plan fixe

Tableau 4 : Collecte des données

Comme nous l'avons vu, les choix de prise de vidéo lors des séances de classe constituent un premier filtre de la réalité. Nous allons exposer dans cette partie un travail de réduction des données par l'élaboration d'un calendrier des évènements, puis le travail de traitement des données brutes aux données de recherche qui constituent d'autres filtres de la réalité : au moment de la transcription et au moment du codage des données de recherche.

4.2 Transcription

Nous disposons de vidéos de séances collectives, de leçon de recherche et de leçon hors dispositif LS. Pour les séances collectives, nous transcrivons[25] les discours des enseignants et des facilitateurs, lorsque plusieurs personnes parlent simultanément, nous essayons de transcrire la personne la plus audible, si cela n'est pas possible nous marquons en italique *inaudible*.

Nous avons transcrit l'intégralité des leçons et séances collectives hormis les passages concernant les aspects techniques ou liés à l'organisation du dispositif. Ces passages figurent en italique et entre parenthèses avec le thème de la discussion.

Un nouveau marqueur temporel est mis pour chaque changement de locuteur.

Voici un exemple de transcription de la séance 4 :

> SC 4 - 44:20 - 45:39
> Stéphane : on distribue une consigne par élève.
> Anaïs : vu leur niveau en lecture, je suis pas convaincue de ça.
> Stéphane : on distribue une consigne par élève mais est-ce qu'on demande une lecture individuelle ?

Nous indiquons le nom de la personne qui parle, puis nous retranscrivons ses propos. Les précisions utiles à la compréhension sont en italique.

Pour transcrire les enregistrements vidéo de ces deux types de séances, nous mettons des marqueurs temporels à chaque intervention de l'enseignant et des élèves.

Voici un exemple de transcription de séance de classe :

[25] Nous avons transcrit 28 heures de vidéo par nous-même. Nous avons fait transcrire 44 heures par d'autres personnes selon ces mêmes règles, puis nous avons vérifié et affiné les transcriptions reçues.

> Leçon avant LS - 12:09-16:29 [...]
> Anaïs : mais rappelle-toi, on a décidé sinon c'est trop compliqué que ici c'était quoi ?
> Élève : on peut faire les milliers et les centaines.
> Anaïs : oui, je suis bien d'accord avec toi qu'on peut décider, que là on a mis nos deux tiges. On sait qu'ici c'est quoi ? C'est forcément les unités. Et puis là ? *(En montrant du doigt une tige)*
> élève : des dizaines.

Nous indiquons le prénom de l'élève dans la mesure du possible.

Pour les transcriptions, nous avons repris les règles suivantes (Sales Cordeiro, Ronveaux & équipe GRAFE, pp. 79-80) :

- les déplacements significatifs de l'enseignant et des élèves (déplacements vers le tableau noir, vers les élèves, etc.) ;
- les gestes de l'enseignant et des élèves (écriture/lecture au tableau noir/rétroprojecteur/cahiers, présentation de transparents déjà prêts [...], distribution de feuilles d'exercices, etc.) ;
- les changements d'organisation du travail en classe (par groupes, individuellement) ;
- l'intervention de facteurs externes (la sonnerie de fin de cours, l'arrivée de quelqu'un, etc.).

Nous précisons à qui s'adresse l'enseignant (groupe d'élèves, classe complète, élève en particulier).

Ces informations précisées lors de la transcription des leçons servent à pouvoir analyser et à coder les transcriptions écrites indépendamment des vidéos.

Pour cette recherche, nous avons analysé et codé les transcriptions de 34 vidéos de séances collectives d'une durée allant de 1h30 à 3h et 12 vidéos de leçons d'une durée allant de 20 minutes à 1h30, ce qui correspond à un total de 71h25 de vidéo, soit 1657 pages de transcription. L'intégralité des transcriptions est disponible en version numérique (CD).

4.3 Calendrier

Lors de la première année, 2013/2014, 16 séances collectives ont été consacrées à deux cycles LS sur la numération et les isométries. Ces séances se sont déroulées environ tous les quinze jours. Nous disposons d'une première leçon pour chacun des enseignants avant de commencer le dispositif LS, dans le but de caractériser leurs pratiques « ordinaires ». Lors de la deuxième année, 2014/2015, un des enseignants du GLS a arrêté son engagement pour des raisons d'organisation. Le travail a continué avec les sept autres enseignantes pendant une quinzaine de séances autour de deux cycles LS sur la résolution de problème. Lors de la troisième année, deux séances ont eu lieu en début d'année scolaire pour clore le travail commencé

(rédaction d'un article dans une revue professionnelle et finalisation des plans de leçons pour la diffusion). Nous sommes retournée quelques mois après la fin du dispositif en avril/mai 2016 dans les classes des trois enseignantes choisies pour observer une leçon.
Nous avons réalisé un calendrier (voir Annexe 54) avec les leçons hors dispositif, les séances du dispositif avec leurs objectifs cycle par cycle et les leçons de recherche. Nous avons précisé le degré de la classe pour les leçons ainsi que l'activité mathématique choisie.

Le chapitre 4 a exposé les choix d'ordre méthodologique effectués tout au long de cette recherche ainsi que des informations contextuelles qui nous ont permis de voir la richesse et l'ampleur des données de recherches, mais aussi d'appréhender la complexité d'un tel dispositif engageant de nombreux acteurs (dans des rôles différents) dans l'objectif de pouvoir mener une démarche d'analyse des pratiques enseignantes.

Chapitre 5. Démarche d’analyse

Le chapitre 5[26] détaille la démarche d’analyse qui se déroule à un niveau local (de la leçon) puis global (de plusieurs leçons et de plusieurs cycles LS) à partir des outils théoriques développés dans la partie A.

Au niveau local, nous présentons le modèle d’analyse que nous avons repris des travaux de Mangiante (2007, 2012) et de Charles-Pézard et al. (2012) adaptés à notre contexte. Puis, nous présentons à un niveau global l’analyse des pratiques en i-genre et niveau de développement, en composantes des pratiques et processus de modifications. Ce niveau d’analyse a pour objectif de caractériser une évolution dans les pratiques et d’apporter des éléments de réponse aux questions de recherche :

Question 1. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l’analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

Question 2. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l’analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?

Question 3. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l’analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

5.1 Modèle d’analyse

Dans un premier temps, nous adaptons les travaux de Mangiante (2007, 2012) au contexte du dispositif LS. Dans un second temps, nous présentons les travaux de Charles-Pézard et al. (2012) que nous reprenons et adaptons à notre modèle d’analyse (voir Figure 7).

[26] Nous avons repris des éléments du cadre théorique (chapitre 2), de notre méthodologie (chapitre 5) et de l’analyse des pratiques d’Océane et de leurs évolutions (chapitres 7 et 10) dans un article en anglais (Batteau, 2017).

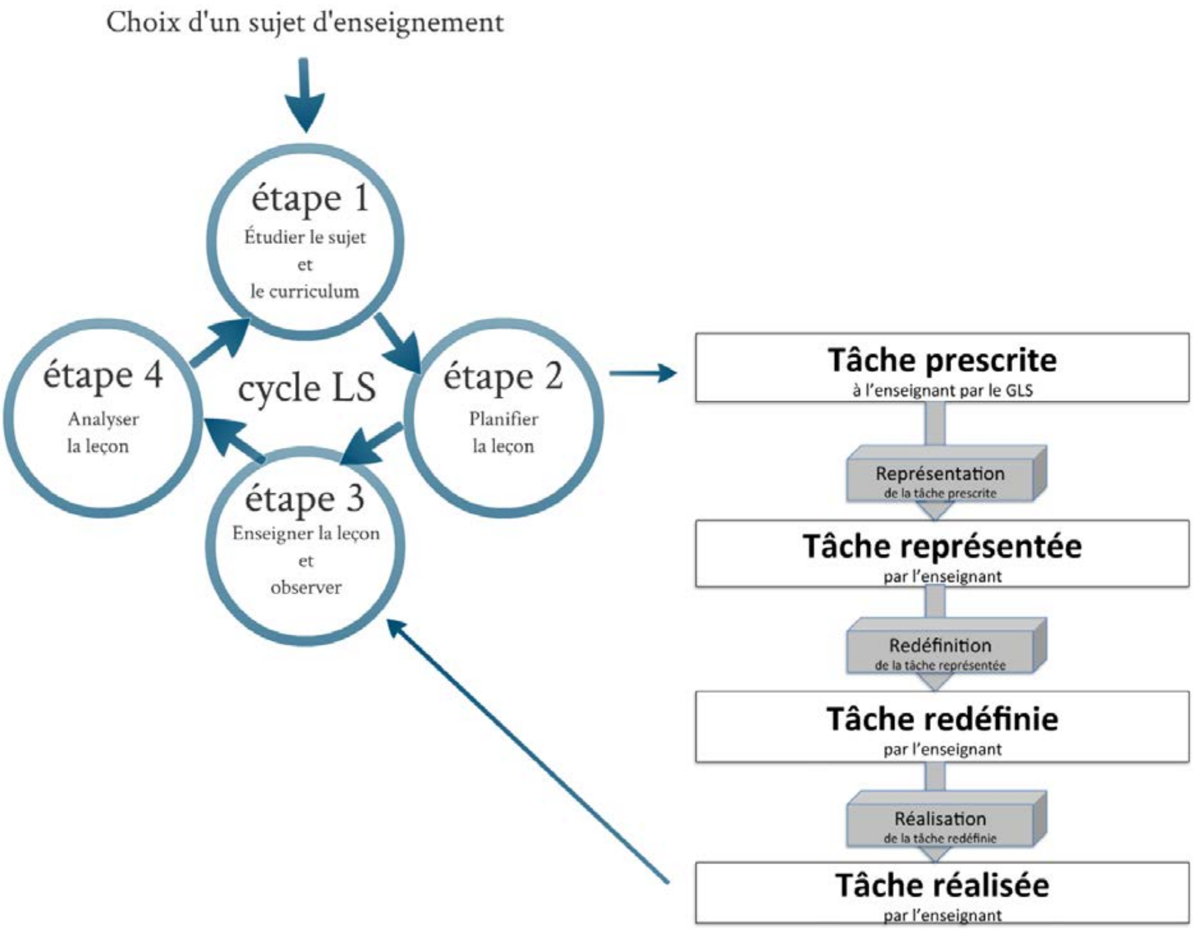


Figure 7 : Modèle d'analyse

Lors des étapes 1 et 2, le GLS travaille un sujet mathématique, puis choisit une activité mathématique et élabore un plan de leçon. Le GLS mène un travail collectif autour de cette activité mathématique qui peut mener à des adaptations éventuelles. Nous retraçons le cheminement de l'activité mathématique initiale à l'activité mathématique élaborée pour la leçon. Ce travail collectif est essentiel car le GLS adapte et modifie l'activité initiale à partir de l'analyse collective des variables didactiques, des procédures et des difficultés des élèves. Néanmoins, ce travail collectif ne constitue pas l'objet principal de nos analyses car nous centrons nos analyses sur la part individuelle des pratiques.

Nous prenons en compte la dimension collective à travers les outils théoriques mobilisés dans les questions de recherche. Notamment, la composante sociale des pratiques concerne une dimension collective entre enseignants au sein du dispositif mais aussi dans l'établissement scolaire. De plus, le i-genre 3 correspond à des pratiques de référence visées lors de formations initiales des futurs enseignants primaires dans des contextes ZEP. Ce i-genre 3 véhicule une certaine vision de l'enseignement dans lequel une part importante est dévolue à la dimension collective de l'enseignement avec des synthèses, mises en commun, institutionnalisations. Comme cette vision de l'enseignement est partagée par les facilitateurs, ils proposent (voire imposent dans le cas d'un des cycles LS) cette forme d'enseignement. Collectivement, les pratiques de référence du GLS tendent vers des pratiques de ce i-genre 3. En ce sens, nous prenons en compte la dimension collective pour analyser les pratiques individuelles et pour apporter des éléments de réponse aux questions de recherche. Nous considérons que des choix sont collectifs lorsqu'ils proviennent d'un ou plusieurs membres et qu'ils sont acceptés par le GLS. Lorsque des choix individuels ont été exprimés en accord avec des choix collectifs, nous les interprétons comme étant en cohérence avec les choix du groupe. Dans le cas contraire, nous considérons les choix individuels exprimés en désaccord avec ceux du groupe, comme étant la part individuelle dans le travail collectif.

Nous détaillons ci-dessous le travail effectif des membres du GLS à chaque étape du cycle et entre les étapes ainsi que pendant les moments informels, en distinguant la part du travail collective et individuelle.

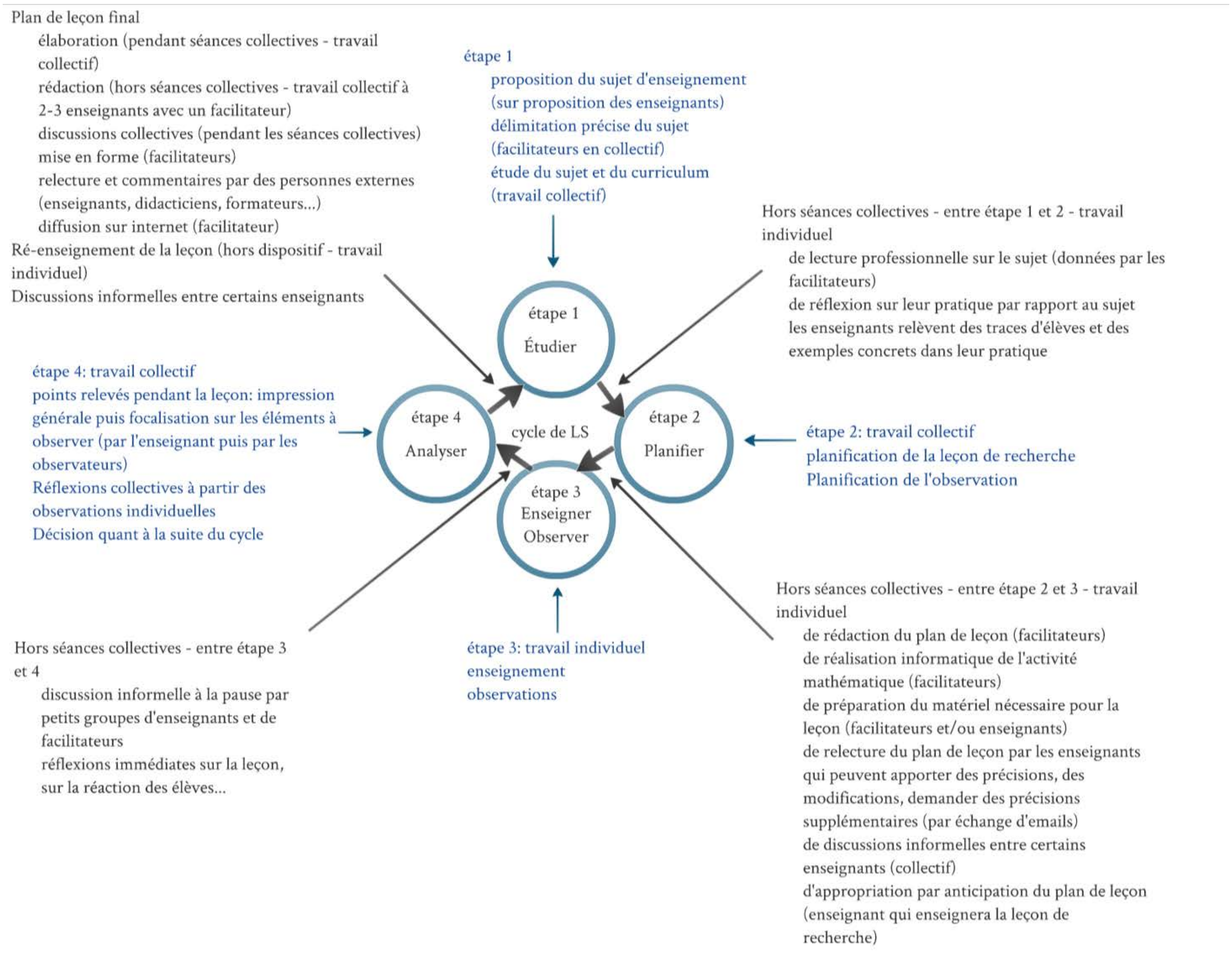


Figure 8 : Part du travail collectif et individuel dans un cycle LS.

L'élaboration du plan de leçon (à l'issue de l'étape 2) est à la charge du GLS et chaque enseignant a la possibilité de le modifier.

Nous allons préciser les différentes tâches et les données de recherche que nous utilisons.

5.1.1 Les niveaux de tâches

À la fin de l'étape 2, le GLS a élaboré collectivement la tâche prescrite. Le GLS prescrit cette tâche à l'enseignant qui enseignera la leçon de recherche.

D'après Marcel (2009), « pour expliquer les interrelations entre les pratiques d'enseignement et les pratiques enseignantes de travail partagé, deux pistes théoriques corollaires sont suivies.

La piste de la prescription tout d'abord montre que le collectif se pose désormais en interface (entre la prescription institutionnelle et l'enseignant) et devient à son tour prescripteur. La piste de l'apprentissage social, ensuite, montre que le travail partagé permet à l'enseignant d'élaborer des savoirs professionnels ». Nous reprenons cette idée que le GLS élabore collectivement la tâche qui est prescrite à l'un des enseignants. Dès lors, nous considérons que la tâche prescrite correspond :

- à l'activité mathématique élaborée par le GLS. Elle est adaptée éventuellement de l'activité mathématique initiale issue des Moyens d'Enseignement Romands ou d'autres ressources.
- à la connaissance mathématique visée par l'activité élaborée par le GLS. En effet, le GLS définit précisément la connaissance mathématique qui est travaillée lors du cycle LS et visée par l'activité choisie.
- au plan de leçon. Le plan de leçon reprend les choix collectifs discutés lors de l'étape 2. Chacun de ses éléments a fait l'objet d'une discussion et peut laisser plusieurs choix à l'enseignant (en fonction des habitudes de classe...). Il est rédigé par l'un des facilitateurs pendant ou après les séances, puis transmis à l'ensemble des membres du GLS qui peut alors apporter des modifications avant sa mise en œuvre à l'étape 3. Nous incluons également les modalités concernant la leçon qui ont été discutées et approuvées par le GLS et qui n'ont pas été nécessairement inscrites dans le plan de leçon.
- au matériel indiqué dans le plan de leçon. Le matériel peut provenir du matériel officiel (pour les activités issues des Moyens d'Enseignement Romands) ou être prévu spécifiquement pour la leçon (dans le cas d'autres ressources).

Pour les leçons observées hors dispositif, la tâche prescrite correspond à l'activité issue du moyen d'enseignement accompagné du livre du maître et du matériel officiel indiqué dans le livre du maître.

La tâche réalisée correspond à la leçon observée (étape 3). Les analyses sur la tâche réalisée s'appuient également sur les séances ou les échanges informels avant et après la leçon (pour les leçons hors LS) notamment lorsque l'enseignant explicite les choix qu'il a faits lors de la leçon. Nous analysons la tâche réalisée à partir des vidéos et transcriptions de la leçon observée et des séances.

Les tâches représentée et redéfinie ne sont pas visibles de façon directe au niveau des observables, elles peuvent en partie être explicitées lors des séances et en partie reconstituées. En effet, lors du dispositif LS, l'enseignant qui a réalisé la leçon s'exprime en premier pour raconter comment il a vécu la leçon notamment par rapport à la préparation collective et aux réactions des élèves en classe (difficultés, interventions des élèves...). Dans la séance qui suit la leçon, le GLS discute de la tâche prescrite et des modifications que l'enseignant y a apportées ainsi que des effets sur l'apprentissage des élèves. Lors de la (ou des) séance(s) de l'étape 4, l'enseignant se retrouve dans une posture dans laquelle il va expliciter ses choix en répondant aux questions des autres enseignants (et éventuellement des facilitateurs).

> Alors que l'exécution de la tâche est observable (même si elle comporte une facette inobservable), ces tâches intermédiaires ont un caractère hypothétique et il revient à l'analyste de les faire expliciter, de les identifier à partir d'une méthodologie appropriée. (Leplat, 1997, p. 24)

Plutôt que de définir les tâches représentée, redéfinie et réalisée, nous analysons ce que l'enseignant met en œuvre (en connaissances mathématiques, didactiques et gestes professionnels) pour se représenter la tâche prescrite, de même pour redéfinir la tâche représentée puis pour réaliser la tâche redéfinie.

Après avoir précisé les différentes tâches, nous allons expliquer à présent les écarts entre chacune : la représentation de la tâche prescrite, la redéfinition de la tâche représentée et la réalisation de la tâche redéfinie.

5.1.2 La représentation, la redéfinition, la réalisation

Pour analyser l'activité de l'enseignant, nous nous intéressons aux modifications que l'enseignant apporte à la tâche élaborée collectivement : la tâche prescrite. Notre intention est d'analyser ces modifications entre la tâche prescrite (élaborée aux étapes 1 et 2) et la tâche réalisée (étape 3). Ces modifications sont inférées à partir de la mise en évidence d'écarts entre les différentes tâches (Mangiante, 2007).

> Les modifications au niveau de la représentation seront inférées à partir de l'écart entre la tâche prescrite et la tâche représentée. Les modifications au niveau de la redéfinition seront inférées à partir de l'écart entre la tâche représentée et la tâche redéfinie. Les modifications au niveau de la réalisation seront inférées à partir de l'écart entre la tâche redéfinie et la tâche réalisée. (p. 71)

Nous nous intéressons aux trois niveaux : la représentation, la redéfinition et la réalisation, c'est-à-dire à tout ce que l'enseignant met en œuvre d'un point de vue mathématique, d'un point de vue didactique et d'un point de vue des gestes professionnels pour se représenter la tâche prescrite, se redéfinir la tâche qu'il se représente et réaliser la tâche qu'il s'est redéfinie. Pour analyser ces trois niveaux, chaque étape du cycle LS (Figure 7) donne des indications sur la représentation et la redéfinition de la tâche par l'enseignant. De plus, entre les étapes 2 et 3, l'enseignant (qui va enseigner la leçon) se représente et se redéfinit par anticipation la tâche qui a été prescrite par le GLS. Nous utilisons donc pour ces analyses les transcriptions des séances, les documents écrits de préparation et la transcription de la séance observée. Et pour les leçons hors dispositif LS, nous utilisons comme données de recherche les documents écrits de préparation (s'ils existent), la transcription de la séance observée et les notes prises lors des échanges informels.

5.2 Analyses au niveau local

À partir du modèle d'analyse, nous décrivons dans la figure ci-dessous comment nous organisons notre démarche d'analyse à un niveau local en explicitant les objectifs et les questions auxquelles nous répondons.

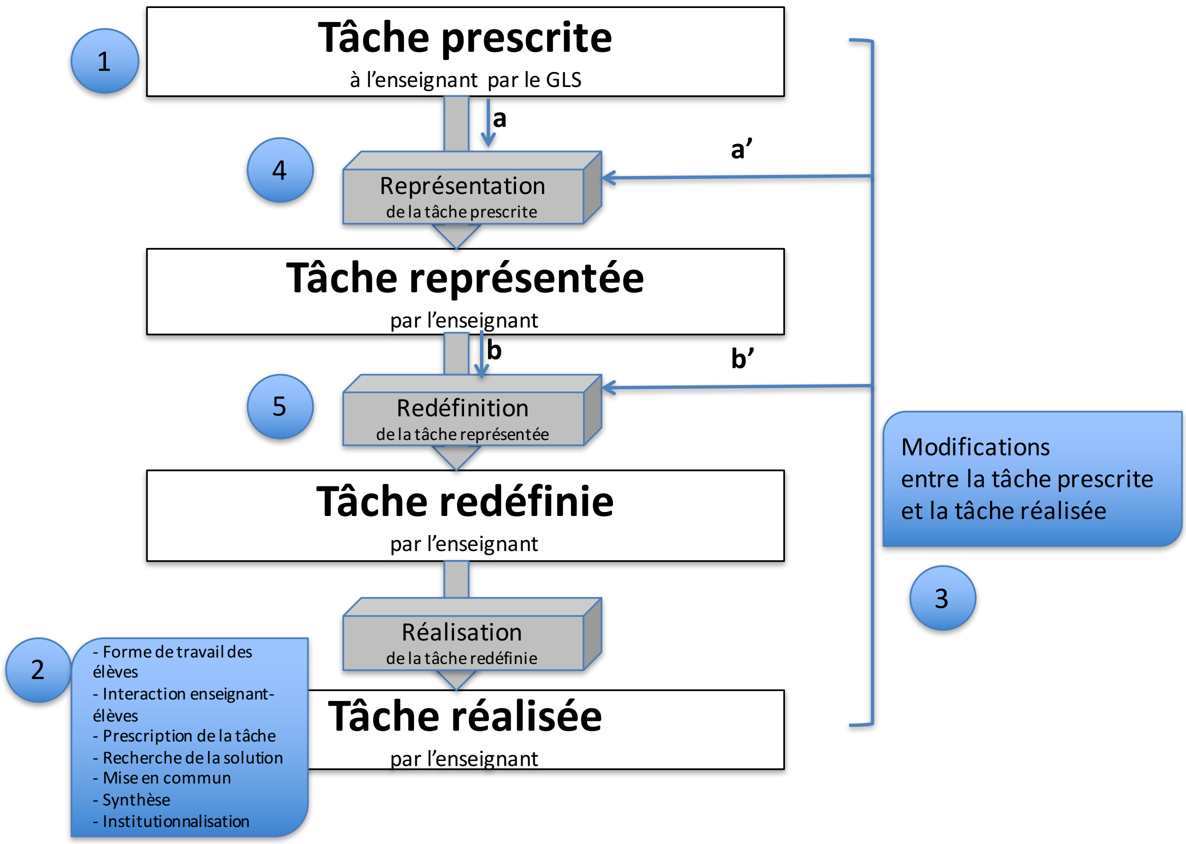


Figure 9 : Zoom sur le modèle d'analyse

La tâche prescrite correspond à ce que l'enseignant doit exécuter au vu du travail collectif et ainsi à l'ensemble des possibles, alors que la tâche réalisée correspond à une réalisation de la tâche prescrite.

Les numéros dans la figure correspondent aux étapes d'analyse que nous décrivons ci-dessous. D'un point de vue méthodologique, nous considérons de la même manière les leçons de recherche et les leçons observées hors du dispositif LS.

5.2.1 Analyse *a priori* de la tâche prescrite ①

Nous effectuons une analyse *a priori*[27] de la tâche prescrite, c'est-à-dire

- de l'activité mathématique : quelles sont les connaissances mathématiques en jeu, les stratégies possibles et les variables didactiques.
- du plan de leçon en distinguant les connaissances mathématiques et les gestes professionnels explicités par le GLS et ceux restés implicites (à la charge de l'enseignant). Nous étudions les analyses réalisées par le GLS lors des séances en précisant si leurs analyses ont eu lieu avant ou après la leçon.

Cette analyse *a priori* permet d'analyser l'impact que peuvent avoir les choix de l'enseignant sur l'activité possible des élèves. Pour analyser les modifications de la tâche prescrite, nous nous appuyons également sur cette analyse *a priori*. Cette analyse permet d'apporter des éléments de réponse aux questions : qu'est-ce que l'enseignant doit exécuter ? Comment doit-il l'exécuter ? Quelles sont les marges de manœuvre laissées à l'enseignant ?

Nous distinguons dans cette analyse *a priori* ce qui est explicité et demandé (c'est-à-dire ce que l'enseignant doit faire) et ce qui est implicite et laissé à la charge de l'enseignant (c'est-à-dire ce que l'enseignant devrait faire pour permettre les apprentissages).

5.2.2 Analyse *a posteriori* de la réalisation de la tâche ②

Nous effectuons une analyse didactique *a posteriori* de la tâche réalisée. Nous répondons à la question : par rapport à ce qui a été décidé collectivement, quels sont les choix que l'enseignant a faits lors de la leçon ?

Nous étudions le déroulement et les activités proposées aux élèves lors de la tâche réalisée. Plus précisément, nous relevons sous forme de tableau la chronologie de la leçon, la forme de travail des élèves, la nature du travail (type et forme), les interventions de l'enseignant et les activités proposées aux élèves. Nous réalisons cette analyse didactique en reprenant des indicateurs d'analyse proposés dans la méthodologie de Charles-Pézard et al. (2012). Ces

[27] Les analyses *a priori* complètes se trouvent en annexe. Dans ce manuscrit, nous avons repris certains éléments de ces analyses après avoir présenté l'activité mathématique.

indicateurs permettent de « construire une grille d'analyse des séances observées, des entretiens réalisés et des échanges entre les différents partenaires du dispositif d'accompagnement » (p. 67). Ces indicateurs renseignent sur les stratégies globales d’enseignement, sur les grands choix des enseignants et sur l’impact du dispositif de formation sur les pratiques.

Les indicateurs relatifs à la situation mathématique sont la qualité du problème, la pertinence des adaptations de la situation proposée aux élèves, la présence d’une analyse *a priori* inférée à partir des choix du professeur et le projet de scénario. Nous n’avons pas retenu les indicateurs « pertinence des adaptations de la situation proposée aux élèves » et « présence d’une analyse *a priori* inférée à partir des choix du professeur » car nous les avons abordés différemment en processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée (voir 5.2.3) et des sources de ce processus (voir 5.3.2). De plus, le choix de l’activité et le projet de scénario émanent d’un travail collectif et non individuel : l’activité mathématique est choisie et analysée de manière collective (concernant les procédures possibles, les connaissances mathématiques en jeu, les difficultés rencontrées par les élèves, l’anticipation des erreurs des élèves...). Nous avons retenu la « qualité du problème » comme indicateur pour les leçons observées avant et après le dispositif. Cet indicateur correspond au choix de l’activité : si celle-ci est consistante ou non d’un point de vue mathématique, c’est-à-dire si les élèves doivent engager ou non une démarche de résolution pour résoudre le problème.

Nous avons sélectionné les indicateurs relatifs à la mise en actes de la situation et ceux relatifs aux interactions maître/élèves pertinents dans notre contexte. Les indicateurs relatifs à la mise en acte de la situation concernent les différents moments de l'activité du professeur :

> Le moment de la prescription de la tâche : il s'agit d'évaluer s'il y a, au cours du déroulement, négociation de la tâche c'est-à-dire réduction éventuelle des exigences par rapport au projet initial ou à la ressource pédagogique utilisée et d'apprécier la qualité de l'enrôlement des élèves. On s'intéresse en particulier aux leviers relevant ou non du savoir utilisé pour cet enrôlement.
> Le moment de la recherche de la réponse (solution) : il s'agit de mesurer la part laissée à l'initiative des élèves : existence d'un temps de recherche, durée de ce temps, nombre et nature des interventions et des aides éventuelles de l'enseignant. De plus, nous essayons de savoir si le professeur procède, pendant ce moment, à une lecture en actes des procédures et performances des élèves.
> Le moment de la synthèse et de 1'institutionnalisation : nous prenons en compte l'existence et la qualité de l'explicitation par les élèves de leurs productions ainsi que les objectifs poursuivis par le professeur à cette occasion. Nous relevons aussi s'il existe une synthèse s'appuyant sur les productions effectives des élèves et débouchant sur une hiérarchisation de ces dernières. Enfin nous essayons de caractériser les éventuelles institutionnalisations en précisant leur nature, leur contenu et leur adéquation avec le scénario mis en œuvre. (Charles-Pézard et al., 2012, pp. 69-70)

Les indicateurs relatifs aux interactions maître/élèves sont :

> le nombre d'élèves interrogés, la qualité des élèves sollicités, la pertinence de ces sollicitations, les aides personnelles ou publiques apportées par le professeur (nombre, durée, nature) ainsi que le temps de parole accordé aux élèves. (Charles-Pézard et al., 2012, p. 70)

Nous avons repris ces indicateurs qui nous servent à coder les données, hormis ceux qui concernent la qualité des élèves sollicités et la pertinence de ces sollicitations, car nous n'avons pas de critères précis pour mesurer ces indicateurs.

À partir du tableau des déroulements organisés et des activités proposées aux élèves, à partir des transcriptions de la leçon, ainsi qu'à partir de ces indicateurs, nous établissons un certain nombre de caractéristiques sur les formes sociales de travail mises en place, sur le processus de dévolution, sur les aides apportées par l'enseignant, sur les mises en commun des procédures des élèves, sur les temps de recherche des solutions par les élèves, sur les moments de synthèse et d'institutionnalisation. Nous considérons que le temps de travail correspond à toute la durée de la séance à laquelle nous enlevons le temps du début de séance passé à donner des explications sur la présence de la caméra, des observateurs et à l'installation des élèves, ainsi que le temps de fin de séance (à la sonnerie ou au changement d'activité). Nous établissons un certain nombre de statistiques à partir de ce temps de travail. Les pourcentages de durées sont arrondis à l'entier près. Toutes les statistiques sont données en pourcentage et pour certains nœuds, nous rajoutons lorsque cela est pertinent le nombre d'interventions.

Partant de l'hypothèse de stabilité des pratiques (Chappet-Pariès, Robert & Rogalski, 2008), l'objectif est de relever des caractéristiques des pratiques pour en repérer des invariants éventuels entre les différentes leçons observées.

L'analyse didactique *a posteriori* a donc plusieurs objectifs :

- « [...] les analyses des tâches et des déroulements conduisent [...] à repérer des invariants éventuels des pratiques des enseignants » (Chappet-Pariès et al., 2008).
- pouvoir ensuite à un niveau global (de plusieurs leçons) catégoriser les pratiques de l'enseignante dans un i-genre ou en niveau de développement en référence au i-genre 3 (Charles-Pézard et al., 2012; Peltier-Barbier et al., 2004).
- permettre d'étudier les modifications que l'enseignante a apportées à la tâche prescrite (Leplat, 1997; Mangiante, 2007, 2012).

5.2.3 Analyse des modifications entre les tâches prescrite et réalisée ③

Nous analysons les modifications entre les tâches prescrite et réalisée en répondant aux questions : quels sont les écarts entre ce qui était prévu et ce que l'enseignant a fait ? Quelles sont les conséquences au niveau de l'activité des élèves ?

Nous avons codé ces modifications, puis nous les avons croisées avec les indicateurs relatifs aux différents moments de l'activité de l'enseignante (processus de dévolution, mise en commun, temps de recherche des élèves, synthèse et institutionnalisation). L'analyse de ces tableaux nous renseigne sur les modifications que l'enseignante a apportées à la tâche prescrite aux différents moments de l'activité de l'enseignant, afin de repérer des régularités dans ces modifications en fonction de ces différents moments.

5.2.4 Analyse de la représentation ④

Nous analysons la représentation de la tâche prescrite par l'enseignant à partir de l'analyse *a priori* de la tâche prescrite (point a de la Figure 9), par un raisonnement inductif et à partir des modifications entre la tâche prescrite et la tâche réalisée (point a' de la Figure 9) par un raisonnement déductif. Les données de recherche utilisées sont : la leçon et les interventions de l'enseignant lors des séances et particulièrement lorsque l'enseignant exprime ses connaissances d'un point de vue mathématique et didactique sur le sujet.

5.2.5 Analyse de la redéfinition ⑤

Nous analysons la redéfinition de la tâche représentée par l'enseignant à partir des modifications de la tâche prescrite (point b' de la Figure 9) et de la tâche représentée (point b de la Figure 9). Les données de recherche utilisées sont : la leçon et les interventions de l'enseignant lors des séances et particulièrement lorsque l'enseignant justifie ses choix et les modifications qu'il a apportées à la tâche prescrite et exprime si c'était anticipé ou non.

Nous terminons cette première partie d'analyse par une synthèse sur le processus de modifications mis en œuvre par l'enseignant pendant la leçon. Au niveau local, nous effectuons une analyse *a priori* de la tâche prescrite, puis une analyse *a posteriori* de la tâche réalisée. Nous analysons les modifications entre les tâches prescrite et réalisée, puis la représentation et la redéfinition de la tâche prescrite par l'enseignant. Dans l'analyse de la tâche réalisée, l'activité de l'enseignant est analysée à l'aide d'indicateurs en référence avec les niveaux de développement. Ces catégorisations sont centrées sur l'activité de l'enseignant en classe, à partir d'indicateurs relevant des composantes cognitive et médiative, la composante institutionnelle étant considérée plutôt comme un déterminant des pratiques pour expliquer l’activité en classe.

5.3 Analyses au niveau global

Sur la base de comparaison et de mise en parallèle des diverses analyses locales de leçons pour un même enseignant, nous tenterons enfin de repérer des invariants dans les pratiques et ce qui va changer ou résister à un potentiel changement dans les pratiques.

5.3.1 i-genre et niveaux de développement, composantes des pratiques

Dans cette partie, nous indiquons comment nous allons recueillir des éléments permettant de répondre aux questions de recherche :

- Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l’analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?
- Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l’analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

Nous présentons notre démarche dans le tableau ci-après en précisant les objectifs suivis, les justifications théoriques sur lesquelles nous nous appuyons, les outils théoriques que nous convoquons et les données de recherche.

	Avant le dispositif	Pendant	Après
Objectifs	Catégoriser les pratiques en référence avec les niveaux de développement pour avoir une catégorisation de référence des pratiques ordinaires	Rechercher des invariants, des régularités des pratiques et des changements dans les pratiques	Rechercher des changements dans les pratiques Confronter ce que l'enseignant dit de l'évolution de ses pratiques avec ce qu'il fait Caractériser une évolution dans les pratiques
Justifications théoriques	Nous nous appuyons sur l'hypothèse de stabilité des pratiques	Nous remettons en question la stabilité des pratiques par le dispositif qui agit (ou peut agir) comme une « crise » (Robert, 2004, p. 23)	
Outils théoriques	- i-genre - niveaux de développement - indicateurs relatifs à la mise en actes de la situation et aux interactions enseignant/élèves - 5 composantes des pratiques	- indicateurs relatifs à la mise en actes de la situation et aux interactions enseignant/élèves - 5 composantes des pratiques	- i-genre - niveaux de développement - indicateurs relatifs à la mise en actes de la situation et aux interactions enseignant/élèves - 5 composantes des pratiques
Données de recherche utilisées	- 1 leçon avant le dispositif - échanges informels et documents écrits liés à cette leçon - interventions de l'enseignant pendant les séances collectives concernant ses pratiques ordinaires	- leçon de recherche - leçon hors dispositif - toutes les séances collectives	- 1 leçon après le dispositif - échanges informels et documents écrits liés à cette leçon - interventions de l'enseignant pendant les séances « bilans » en fin de 1ère et 2ème année

Tableau 5 : Analyses au niveau global en i-genre et composantes des pratiques

La leçon observée avant le début du dispositif LS sert de référence pour catégoriser les pratiques ordinaires de l'enseignant en référence avec les niveaux de développement. À partir de cette leçon et des interventions de l'enseignant pendant les séances collectives du dispositif LS, nous caractérisons les cinq composantes des pratiques. Pour justifier ces analyses avec une seule leçon observée, nous nous appuyons sur l'hypothèse de stabilité des pratiques et nous utilisons les interventions des enseignants pendant les séances collectives du dispositif afin de caractériser certains éléments des composantes des pratiques.

Ensuite, à partir des analyses, au niveau local, des leçons pendant le dispositif, nous cherchons les régularités et les évolutions des indicateurs relatifs à la mise en actes de la situation et aux interactions enseignant/élèves. Nous analysons les régularités dans les pratiques pendant le dispositif au moyen des cinq composantes.

À partir des séances du dispositif et de la leçon observée après le dispositif, nous catégorisons les pratiques afin d'observer s'il y a eu un changement de niveau de développement associé au i-genre 3 ou à l'intérieur d'un niveau.

Cette catégorisation des pratiques en i-genre et niveau de développement s'appuie sur l'analyse des composantes médiatives, cognitives et institutionnelles des pratiques de chaque enseignant.

Afin d'étudier des évolutions dans les pratiques, nous étudions l'évolution de chaque indicateur relatif à la mise en actes de la situation et aux interactions enseignant/élèves, des composantes des pratiques et de la catégorisation des pratiques.

Pour les trois enseignantes choisies, nous disposons entre trois et cinq leçons : une avant le dispositif, entre une et trois pendant le dispositif, une après le dispositif.

5.3.2 Processus de modifications

Cette dimension de l'analyse permet d'apporter des éléments de réponses à la question de recherche : comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

Chaque enseignant a un processus de modifications qui lui est propre et qui peut dépendre de trois sources d'informations à partir desquelles celui-ci se représente, redéfinit et réalise la tâche : les prescriptions institutionnelles, sa prise en compte de l'activité des élèves et son analyse mathématique de l'activité choisie pour la leçon. Nous analysons d'abord les processus de modifications pour les leçons d'un même enseignant, puis nous comparons les sources de ces processus. L'objectif est d'étudier comment évoluent ce processus et ses sources. À quel niveau entre la représentation, la redéfinition ou la réalisation de la tâche, ce processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée est-il amorcé ?

Dans la partie C, nous mettons en œuvre cette méthodologie pour l'analyse des pratiques des enseignantes Anaïs, Océane et Valentine.

Pour la lecture des deux prochaines parties, il est possible de commencer par les analyses des pratiques d'une enseignante dans la partie C, puis de passer directement à l'analyse de l'évolution de ses pratiques dans la partie D et de refaire de même pour les deux autres enseignantes, autrement dit de lire les chapitres 6 et 9, 7 et 10, puis 8 et 11.

Partie C Analyses des pratiques

Chapitre 6. Dans le cas d'Anaïs

Pour étudier les pratiques d'Anaïs, nous disposons de trois leçons observées ainsi que des séances collectives du dispositif LS. Deux leçons ont traité de numération et une de la multiplication. Nous précisons que chaque leçon observée est de même nature (activité proposée suivie d'une recherche des élèves sur l'activité).

Leçon observée	Date	Sujet mathématique	Activité mathématique
Avant le dispositif LS	10/10/2013	Numération	« Les 9 boules de cristal » (5H)
1ère leçon de recherche du cycle *a*	21/11/2013	Numération	« Un drôle de jeu de l'oie... » (5H)
Après le dispositif LS	23/05/2016	Multiplication	« Main pleine » (5H)

Tableau 6 : Leçons observées dans la classe d'Anaïs

Nous analysons les pratiques d'Anaïs pour chacune des trois leçons. Les analyses de la leçon observée avant le dispositif LS, appuyées par ses interventions en séances collectives, nous permettrons de relever des caractéristiques de ses pratiques ordinaires. Les analyses de chaque leçon se structurent de la manière suivante : nous commençons par donner des éléments de contexte de la leçon observée, puis nous effectuons une analyse *a priori* de la tâche prescrite en distinguant les connaissances mathématiques et gestes professionnels explicités et ceux laissés à la charge de l'enseignante. Ensuite, nous effectuons une analyse *a posteriori* de la tâche réalisée en détaillant son déroulement et les activités proposées aux élèves. À partir de ces analyses, nous recherchons les modifications que l'enseignante a effectuées entre les tâches prescrite et réalisée. Puis, nous analysons la représentation et la redéfinition de la tâche par l'enseignante. Nous terminons chaque partie (6.1, 6.2 et 6.3) par une synthèse sur le processus de modifications mis en œuvre par Anaïs pendant la leçon.

6.1 Leçon observée avant le dispositif LS

6.1.1 Éléments de contexte

La leçon observée portait sur le thème de la numération, en 5H en début d'année scolaire. Lors de l'échange informel qui précède la leçon, Anaïs dit que l'objectif de cette leçon est de faire travailler les élèves avec le boulier[28] (Figure 10).

[28] Les bouliers utilisés dans les classes sont en réalité des abaques composés de 4 tiges alignées et fixées sur un support, les élèves peuvent enfiler 9 boules par tige. Les couleurs des boules n'ont pas de signification particulière dans cette activité.

Figure 10 : Boulier utilisé par Anaïs pendant la leçon avant LS

Notons qu'elle a déjà fait travailler ses élèves avec des bouliers lors de leçons précédentes. Pour la leçon observée, elle choisit l'activité « Les 9 boules de cristal » (voir Figure 10). Cette activité est un prolongement[29] d'une autre activité « Vanille-Fraise » (fiche du maître en Annexe 2) dans laquelle les élèves manipulent des bouliers pour représenter des nombres.
L'activité « Les 9 boules de cristal » consiste à chercher tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à deux tiges en utilisant neuf boules au maximum (Figure 11).

Les 9 boules de cristal

Cherche tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à 2 tiges en utilisant 9 boules au maximum.

Figure 11 : Énoncé de l'activité « Les 9 boules de cristal » (Danalet, Dumas, Studer & Villars-Kneubühler, 1998a, p. 45)

6.1.2 Analyse de la tâche prescrite

Quelques éléments de l'analyse a priori (développée dans l'Annexe 4)

Nous reprenons ici quelques éléments de l'analyse *a priori* de l'activité « Les 9 boules de cristal ». Les différentes stratégies sont avec ou sans utiliser de boulier. Une première stratégie possible se place dans le registre des écritures chiffrées. Nous cherchons donc tous les nombres que l'on peut représenter de dizaine en dizaine : de 0 à 9, puis de 10 à 19, puis de 20 à 29 ..., jusqu'à de 90 à 99, avec la contrainte que la somme des chiffres des dizaines et des unités soit inférieure ou égale à 9.
Les solutions sont donc : 0; 1; 2; ... 9; 10; 11; ... 18; 20; 21; ... 27; 30; ... 36; ... 80; 81; 90.

[29] Dans le livre du maître (Danalet, Dumas, Studer & Villars-Kneubühler, 1998b) une activité +peut être indiquée comme étant un prolongement, c'est-à-dire une suite à l'activité décrite. « Selon les cas, le prolongement permet à l'élève :
- de se familiariser avec des connaissances fraîchement construites en les faisant fonctionner dans une situation semblable ou proche
- d'aborder, en réinvestissant ses connaissances, la même notion que dans l'activité, mais dans un contexte différent.

La différenciation de l'enseignement et de l'apprentissage s'effectue ici par le moyen d'activités différentes.
En principe, le prolongement peut aussi s'adresser à tous les élèves. »

$10 + 9 + 8 + 7 + \cdots + 1 = 55$. Il y a donc 55 solutions.

Une deuxième stratégie possible est d'utiliser un boulier à deux tiges pour mettre en œuvre cette même démarche de comptage. On enfile les boules une à une sur la tige des unités, on écrit le nombre représenté à chaque fois que l'on enfile une boule. Ensuite, on enlève toutes les boules et on recommence en mettant une boule sur la tige des dizaines et en enfilant une à une les huit boules restantes sur la tige des unités. Il faut recommencer cette marche à suivre jusqu'au moment où on enfile les neuf boules sur la tige des dizaines. On obtient ainsi les 55 solutions. Pour les trouver tous, il faut mettre en place une procédure systématique de comptage avec un boulier. Dans ce cas, on peut se poser la question de savoir si la représentation par le boulier est une aide et s'il n'est en fait pas plus simple de se poser directement la tâche dans le registre des écritures chiffrées. Une troisième stratégie possible consiste à chercher tous les nombres que l'on peut représenter avec une boule, puis avec deux boules ..., et enfin avec neuf boules sur un boulier, en reprenant la même marche à suivre que précédemment. Une quatrième stratégie est de se placer dans le registre des écritures chiffrées pour mettre en œuvre cette démarche de comptage. On cherche tous les nombres dont la somme des chiffres des dizaines et des unités est inférieure ou égale à 2, puis à 3..., jusqu'à 9.

Nous étudions les variables didactiques à disposition de l'enseignant. Une première variable est le fait d'utiliser exactement ou au maximum neuf boules : laisser la possibilité d'utiliser au maximum neuf boules et non exactement neuf boules pour représenter des nombres représente une difficulté supplémentaire. En effet, si l'activité consiste à représenter tous les nombres possibles sur un boulier à deux tiges avec exactement neuf boules, celle-ci est beaucoup plus simple et s'apparente au dénombrement des décompositions additives en deux termes de neuf. Une seconde variable didactique est le fait d'utiliser ou non un boulier : cela n'implique pas les mêmes représentations du nombre. Une troisième variable didactique est le nombre de tiges à utiliser pour représenter des nombres sur un boulier. Une quatrième variable didactique est le nombre de boules que l'on peut utiliser au maximum sur un boulier à deux tiges. Les variables didactiques à disposition de l'enseignant impliquent des stratégies et des connaissances mathématiques différentes, et donc différentes activités possibles pour les élèves.

6.1.2.1 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels explicités dans la tâche prescrite

La fiche du maître correspond à une autre activité « Vanille-Fraise », néanmoins certaines considérations peuvent s'appliquer aux deux activités. Dans la mise en œuvre, il est préconisé que « l'enseignant s'assure que les élèves connaissent le fonctionnement du boulier à tiges ». Cette activité est un prolongement de l'activité « Vanille-Fraise », donc la connaissance du fonctionnement du boulier à tiges a déjà dû être travaillée lors d'activités précédentes. Pour la mise en commun des procédures des élèves, « les élèves confrontent les démarches utilisées pour respecter la contrainte du minimum de boules », ici, il faudrait adapter ce commentaire en respectant « la contrainte d'utiliser neuf boules au maximum ».

L'enseignante doit mettre en œuvre certains gestes professionnels et connaissances d'ordre mathématique et didactique pour mener à bien cette activité. Des éléments sont explicités dans les commentaires généraux (Livre du maître de 5H, Danalet et al., 1998b, pp. 9-27). L'enseignante doit mettre à disposition le matériel : boulier, boules, tiges (comme indiqué dans le livre du maître).

Concernant la consigne, il n'y a pas d'indication pour cette activité en particulier mais des commentaires généraux :

> « Les consignes sont écrites de manière à être transmises par l'enseignant ou lues par les élèves, telles quelles » (p. 14).
> « Une modification de consigne pourrait engendrer d'autres démarches de la part des élèves. Ces démarches ne concourront alors plus nécessairement à développer les compétences visées. L'enseignant s'assurera que la consigne est comprise. Au besoin, il pourra : rappeler tout ou partie de la consigne ou renvoyer les élèves à celle-ci, demander aux élèves de reformuler la consigne, demander aux élèves de formuler ce qu'ils ont compris et/ou ce qui leur cause des difficultés mais il n'agira ainsi que de cas en cas et s'abstiendra de donner des indications sur les démarches ou d'induire des procédures utiles à la résolution du problème ». (p. 15)

Concernant les moments de recherche (par groupe de deux élèves pour cette activité) :

- « Les élèves doivent bénéficier d'un temps suffisamment long pour mener leur recherche le plus loin possible » (p. 19).
- « L'enseignant s'attachera à comprendre les démarches de l'élève et l'encouragera à aller au bout de son cheminement plutôt que de le conduire à la « bonne » solution » (p. 19).

Concernant la validation :

- « La recherche doit appartenir aux élèves ; l'enseignant interviendra pour répondre à des questions portant sur la compréhension de la consigne, mais pas sur le choix ou la validité d'une procédure » (p. 19).
- « La validation doit être à la charge des élèves. C'est une condition essentielle pour que le problème soit le leur et non celui de l'enseignant. » (p. 20).

Concernant la mise en commun :

- « La mise en commun peut avoir lieu avec tout ou partie des élèves de la classe » (p. 20).
- « Elle peut avoir lieu à des moments différents selon l'intention poursuivie : en cours d'activité, pour permettre la confrontation de stratégies ou de difficultés et servir de relance pour de nouveaux essais et de nouvelles procédures » (p. 20).
- « L'enseignant veillera à permettre la confrontation des diverses démarches utilisées, à favoriser un échange entre élèves plutôt qu'entre les élèves et lui, à éviter une présentation exhaustive systématique des productions d'élèves » (p. 21).

Concernant l'institutionnalisation :

- « Au moment qu'il jugera opportun, l'enseignant institutionnalisera certaines conventions, certains termes ou certaines notations rencontrés. Il interviendra aussi pour s'assurer que les connaissances construites sont reconnues par tous, que les nouveaux savoirs et savoir-faire sont identifiés. Il précisera dans les savoirs construits ceux qui sont à retenir et sous quelle forme. Il est important que cela ne précède pas la construction des connaissances » (p. 21).

Concernant le matériel prévu pour chaque activité des MER :

- « Le matériel a été choisi en fonction des représentations ou des procédures que l'on souhaite voir apparaître. Les modifications de matériel décrites sous « Mise en oeuvre » ou « Variable » sont prévues pour faire apparaître de nouvelles procédures ou pour entraîner une procédure plutôt qu'une autre (par exemple, l'appel au calcul réfléchi plutôt que l'usage de la calculatrice) ». (p. 12)
- « Une modification du matériel constitue une action sur une variable qui pourrait aboutir à une situation ne produisant pas les mêmes effets que ceux décrits dans l'activité. Une analyse est donc nécessaire avant de modifier le matériel proposé ». (p. 13)

Nous voyons que ces commentaires généraux induisent une certaine direction de l'enseignement mais laissent une marge de liberté importante à l'enseignante sur la gestion de l'activité en classe (voir 3.1).

6.1.2.2 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels implicites dans la tâche prescrite

L'enseignante doit mettre en œuvre certains gestes professionnels et connaissances d'ordre mathématique et didactique pour mener à bien cette activité, qui sont implicites dans la tâche prescrite et laissés à sa charge. Notamment, l'analyse préalable de l'activité avec l'identification des connaissances mathématiques en jeu est à la charge de l'enseignante. Celle-ci doit ainsi identifier l'aspect positionnel du système de numération, la représentation de nombres sur un boulier, le passage du nombre représenté sur un boulier à son écriture chiffrée et la mise en œuvre d'une démarche de résolution.

Concernant le matériel, la fiche du maître indique le matériel à utiliser pour les activités « Vanille-Fraise » et « Les 9 boules de cristal » : un boulier à deux tiges. Or, le matériel de classe officiel à disposition est un boulier à quatre tiges (voir Annexe 6). Il est donc sous-entendu dans la tâche prescrite que l'enseignant utilise le matériel de classe, un boulier avec un support à quatre tiges, en en disposant que deux sur les quatre (Figure 10). Nous rajoutons qu'il est sous-entendu qu'il y a une correspondance entre chaque tige ou emplacement vide et l'aspect positionnel du système de numération : c'est-à-dire ici les deux emplacements vides du boulier situés sur la gauche correspondent au chiffre des milliers, puis au chiffre des centaines et les deux tiges correspondent au chiffre des dizaines puis à celui des unités. Ainsi, la tige qui correspond aux unités se trouve tout à droite, celle qui correspond aux dizaines à côté, puis les emplacements laissés vides sont à gauche sur le boulier et correspondent aux centaines et aux milliers. La correspondance entre le boulier et le système de numération implique que l'on ne peut pas retourner le boulier et lire simultanément les nombres 18 et 81 sur ce boulier à quatre emplacements et deux tiges. Pour conserver cette correspondance, le nombre 18 représenté sur un boulier devrait se lire après retournement du boulier le nombre 8100 (en admettant qu'un emplacement vide corresponde à une tige vide).

Concernant la consigne et sa mise en œuvre, le fonctionnement du boulier ne doit pas poser de difficulté aux élèves. La consigne précise qu'il faut représenter tous les nombres possibles sur un boulier satisfaisant la condition d'utiliser neuf boules au maximum. Pour représenter tous les nombres possibles, il faut mettre en œuvre une démarche de résolution pour s'assurer d'avoir trouvé la liste exhaustive des nombres solutions du problème et il faut une procédure de validation pour s'assurer que les nombres représentés sont bien des solutions du problème. La consigne sous-entend que les procédures des élèves doivent s'appuyer sur l'utilisation d'un boulier. Les nombres trouvés doivent vérifier la condition particulière d'utiliser neuf boules au maximum. Utiliser neuf boules au maximum signifie que l'on peut en utiliser zéro, une, deux, et cetera jusque neuf boules.

L'enseignante ne dispose de peu de commentaires ou d'indications didactiques concernant la mise en œuvre de l'activité (excepté que les élèves doivent connaître le fonctionnement du boulier) ni la validation des procédures des élèves (excepté que celle-ci doit d'une manière générale être effectuée par les élèves). La tâche prescrite laisse ainsi une marge de manœuvre importante à l'enseignante concernant la mise en œuvre et le déroulement de la séance.

Nous allons à présent étudier la réalisation de la tâche, décrire le déroulement et les activités proposées aux élèves.

6.1.3 Étude de la réalisation de la tâche

6.1.3.1 Déroulement et activités proposées

La tâche réalisée correspond à la leçon observée et est éclairée par les éléments discutés lors des échanges informels. Anaïs sépare les élèves en trois ateliers et chacun des ateliers est à un niveau d'avancement différent de l'activité : un atelier de trois élèves (atelier 3) l'a déjà terminée et, selon l'enseignante, ces trois élèves l'ont réalisée sans difficulté. Pendant toute la séance, ces trois élèves sont ainsi laissés en autonomie et travaillent une autre tâche d'approfondissement « En pièces » (voir Annexe 5). Dans cette activité, ils doivent représenter des collections à partir de représentation de nombres avec des bouliers puis avec des blocs en base dix[30].

Le reste de la classe séparé en deux ateliers travaille sur l'activité « Les 9 boules de cristal » (voir Figure 11).

L'enseignante a demandé à un groupe de six élèves (atelier 1) de commencer l'activité à domicile et d'apporter leurs traces écrites. Les neuf autres élèves (atelier 2) sont laissés en

[30] Les deux premiers nombres (605 et 551) sont représentés sur un boulier à trois tiges. Il faut trouver des nombres compris entre 551 et 605, puis dessiner une collection correspondante. Puis les deux nombres suivants (390 et 416) sont représentés par des blocs en base dix (3 blocs de 100 petits cubes et 9 bâtons de 10 petits cubes pour le premier nombre, 4 blocs de 100 petits cubes, 1 bâton de 10 petits cubes et 6 petits cubes pour le second nombre). Il faut trouver des nombres compris entre 390 et 416, puis dessiner une collection correspondante.

autonomie (de 6:36 à 28:13 - voir le Tableau 7) sur l’activité qu’ils ont déjà travaillée en classe avec elle.

Temps	3:06	6:06	6:36	7:57	28:13	39:48	42:40
Classe complète	Explication collective de l’activité « Les 9 boules de cristal » et description orale des deux tiges d’un boulier						Fin de la séance Rangement
Atelier 1				Anaïs effectue une mise en commun des procédures des élèves	Travail en autonomie	Anaïs demande de représenter un nombre sur le boulier	
Atelier 2		Anaïs demande aux élèves de comparer et de valider les nombres trouvés dans « Les 9 boules de cristal » par binôme	Travail en autonomie par binôme		Anaïs demande à chaque binôme de lui présenter un nombre possible sur le boulier et l’écrire	Travail en autonomie par binôme	
Atelier 3			Anaïs prescrit la tâche « En pièces »	Travail en autonomie de l’atelier 3 jusqu’à la fin de la séance			

Tableau 7 : Déroulement de la séance par atelier

Pendant les six premières minutes de la séance, Anaïs intervient en collectif pour la passation de la consigne. Puis, elle intervient dans l’atelier 1 pendant environ 25 minutes, dans l’atelier 2 pendant environ 12 minutes et dans l’atelier 3 pendant un peu plus d’une minute. Les élèves de l’atelier 1 travaillent l’activité pour la première fois en classe.

Dans le Tableau 8, nous allons décrire les interventions de l’enseignante en précisant à quel atelier elle s’adresse et les activités proposées aux élèves ainsi que les dispositifs sociaux de travail et la nature du travail (type et forme) en suivant la chronologie de la séance.

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00 – 2:29	collectif		Début de séance-explication présence de la caméra.	
2:29 – 3:06	collectif		Introduction de l'activité « Les 9 boules de cristal ». Demander aux élèves de se remémorer l'activité.	Se remémorer l'activité « Les 9 boules de cristal ».
3:06 – 4:10	collectif	Explication de l'activité. Description orale des deux tiges d'un boulier	Prescription de l'activité « Les 9 boules de cristal ». Présenter un boulier (sans boules), demander à quoi correspondent les 2 tiges, expliquer l'utilisation du boulier et préciser que les élèves peuvent s'en servir ou non.	Explication de l'activité. Description des 2 tiges sur le boulier par un élève.
4:10 – 6:06	collectif		Distribution des cahiers.	
6:06 – 6:36	atelier 2	Comparaison et validation des nombres par binôme, à l'oral <u>en autonomie</u> 6:36 – 28:24	Prescription du prolongement de l'activité « Les 9 boules de cristal ».	Comparer les nombres écrits, les valider et argumenter pour leur validation.
6:36 – 7:57	atelier 3	Recherche individuelle à l'écrit <u>en autonomie</u> 7:57 – 42:44	Prescription de la tâche « En pièces ».	Dessiner des collections à partir de représentation de nombres avec des bouliers puis avec des blocs en base dix.
7:57 – 28:13	atelier 1	Mise en commun : explicitation, discussion et comparaison des procédures, à l'oral.	Mise en commun des procédures des élèves.	Donner les nombres trouvés à domicile. Expliquer les procédures. Débattre et comparer les procédures. Hiérarchiser les procédures.
28:13 – 32:34	atelier 2 (deux élèves)	Présenter un nombre possible sur le boulier et l'écrire.	Vérifier que l'activité a été bien comprise, la réexpliquer, vérifier les nombres trouvés.	Dire un résultat. Valider les nombres trouvés.
32:34 – 35:47	atelier 2 (deux élèves différents)	Présenter un nombre possible sur le boulier.	Demander aux élèves de comparer leurs nombres écrits sur leur cahier, de les vérifier et de les valider.	Demander à l'enseignante la stratégie à adopter pour trouver les nombres et pour les valider. Présenter un nombre possible sur le boulier.
35:47 – 37:02	atelier 2 (deux élèves différents)	Expliquer leur procédure et dire le plus grand nombre possible	Demander aux élèves s'ils ont trouvé les mêmes solutions et combien ils en ont trouvé. Justifier pourquoi le plus grand nombre est 90.	Expliquer leur procédure pour trouver les solutions. Dire le plus grand nombre possible (90).

		(90).		
37:02 – 39:48	atelier 2 (deux élèves différents)	Expliquer leur procédure et compter les solutions à l'oral.	Demander aux élèves combien de solutions ils ont trouvées. Demander la justification. Demander d'expliciter leur procédure. Valider la procédure et le nombre de solutions (par l'enseignante).	Dire que les solutions sont comprises entre 1 à 90. Expliciter leur procédure. Compter les solutions.
39:48 – 42:40	atelier 1	Utiliser le boulier. À l'oral.	Demander aux élèves d'expliciter leurs procédures. Demander de traduire en nombres à partir du boulier et à quoi correspondent les tiges. Demander le but de l'activité.	Représenter un nombre sur le boulier et le traduire en nombre.
42:40 – 45:41	collectif		Fin de la séance. Rangement du matériel. L'enseignante demande si les élèves ont terminé et s'ils ont comparé leurs solutions.	Un élève de l'atelier 3 dit sa solution à l'enseignante.

Tableau 8 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

L'analyse *a posteriori* de la leçon suit la structure présentée dans la partie 5.2.2 : nous analysons d'abord les formes globales de travail mises en place ainsi que les interventions de l'enseignante et des élèves (*i*), puis le processus de dévolution (*ii*), ensuite les aides apportées par l'enseignante (*iii*), les moments de mise en commun (*iv*) et de recherche des élèves (*v*).

6.1.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Anaïs intervient en collectif pour prescrire la tâche puis pour conclure la séance, le reste de la séance (environ 85% du temps de travail[31]) se fait sous forme d'ateliers où les élèves travaillent en autonomie. De ce fait, beaucoup d'élèves sollicitent l'enseignante tout au long de la séance en se déplaçant vers elle pour obtenir des informations supplémentaires ou pour obtenir son approbation pour changer d'activité.

[31] Le temps de travail de la leçon est ici de 43:12.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=438)
TRACOL	en collectif	15
TRAGPE	en groupe	0
TRAATEL	en atelier	85
TRAIND	en individuel	0

Tableau 9 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon avant LS dans la classe d'Anaïs

Les interactions entre Anaïs et un élève particulier (Pierre dans l'extrait suivant) sont ponctuées par des rappels à l'ordre avec d'autres élèves (d'autres ateliers).

> Leçon avant LS – 24:50 - 25:57
> Anaïs : hum hum, mais c'est quoi ça ? C'est pas dix-neuf. C'est quoi ? [...]
> Pierre : dix-huit.
> Anaïs : oui, regarde il y en a combien là ? Il y en a combien ?
> Anaïs (*à Nicolas*) : Nicolas !
> Pierre : huit et là il y en a neuf.
> Anaïs : hum, hum.
> Anaïs (*à un élève d'un autre groupe*) : oui, oui, au crayon.
> Pierre : et après, là, pour les dizaines. Je faisais.
> Anaïs (*à Agathe*) : Agathe!
> Agathe (*qui vient voir l'enseignante*) : Maîtresse, est-ce que (inaudible).
> Anaïs (*à Agathe*) : tu poses là et tu peux prendre le dossier hippopotame.
> Pierre : et après avec ces neuf, ben j'en mets euh dix-huit. Je sais pas si je l'ai même marqué. Et après.
> Anaïs (*coupe Pierre*) : par contre, elle, elle a marqué, tu vois. [...]

Cet extrait illustre les interventions d'Anaïs pour assurer une « paix scolaire », au sens de Charles-Pézard et al. (2012). Dans sa classe, elle fait de nombreux rappels à l'ordre qui ponctuent la séance : 14% du temps de travail (45 interventions dont 10 visent à établir une posture d'écoute et de travail et 35 à rétablir le calme).

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Anaïs RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	71 14
PAR	Interventions des élèves	29
	Total	100 (N=438)

Tableau 10 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon avant LS dans la classe d'Anaïs

Les élèves adhèrent globalement à son projet d'enseignement au sens de (Charles-Pézard et al., 2012, p. 72) et pour cela elle doit gérer des problèmes de discipline certainement dus au fait que certains élèves n'arrivent pas à travailler en autonomie comme elle le relève elle-même dans les extraits ci-dessous.

> 10:08 – 10:32 Anaïs (*à un élève du groupe 2 ou 3*) : tu fais quoi ici ? Ah oui, parce que tu parles avec ton voisin, déjà hier quand on devait pour la poésie et la dictée, tu parlais (inaudible). Je vous ai expliqué c'est pas parce que je suis avec un groupe ici que tu peux causer, t'as du boulot. Vas-y Marc, euh, Olivia tu peux arrêter de danser.
> 30:55 - 31:16 Anaïs (*à deux élèves*) : hum hum. C'est quand même rigolo, vous dites que vous ne comprenez rien et quand je viens vers vous, vous savez exactement ce que vous

> devez faire. Allez-y, je vous regarde. Vous pouvez faire ensemble cette fois. (silence) Qu'est-ce que vous pouvez écrire ? Vous avez fait un nombre ?

Cette intervention montre qu'Anaïs fonctionne aussi sous forme d'ateliers dans d'autres disciplines qu'en mathématiques. Lors de l'échange informel qui a suivi la séance, Anaïs confirme que cette séance de mathématiques est une séance ordinaire.

Les élèves travaillent sous forme d'ateliers en petit effectif, Anaïs les sollicite individuellement et leur temps de parole représente 29% du temps de travail. Pendant toute la séance, elle fait adhérer les élèves à son projet d'enseignement en les sollicitant et en les rappelant à l'ordre individuellement.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue des élèves

Anaïs attend des élèves de l'atelier 1 qu'ils présentent, expliquent et comparent les procédures qu'ils ont mises en œuvre pour trouver les solutions. Elle demande aux élèves de l'atelier 2 qu'ils comparent leurs solutions écrites, qu'ils les valident et qu'ils argumentent pour leur validation. Elle attend d'eux qu'ils comptent combien ils ont trouvé de solutions différentes, puis qu'ils comparent ces nombres afin d'établir la liste exhaustive des solutions. Elle demande aux élèves de l'atelier 3 qu'ils effectuent l'activité « En pièces » de façon autonome et individuelle pendant toute la séance. Elle attend d'eux qu'ils dessinent des collections à partir de représentation de nombres avec des bouliers puis avec des blocs en base dix.

Tâches prescrites par Anaïs aux élèves de l'atelier 1

Anaïs introduit l'activité « Les 9 boules de cristal » de manière collective. Pour la passation de la consigne, elle ne se réfère pas directement à l'activité « Les 9 boules de cristal », mais demande aux élèves de se la remémorer. Cette activité consiste à chercher tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à deux tiges en utilisant neuf boules au maximum.

> 2:29 - 4:10 Anaïs (*au bureau*) : ce matin, vous avez des choses différentes à faire en maths parce que vous êtes pas tous au même point. [...] Qui c'est qui peut rappeler comment ça va ?
> Élève : moi, je ne me rappelle plus très bien. [...]
> Charlotte : en fait, on a neuf boules et après, il faut faire le plus de... on a deux bâtons. Et puis, il faut faire le plus de chiffres possible.
> (*L'enseignante prend un boulier*).
> Anaïs (*en montrant un boulier*) : hum, hum. Quels sont ces deux bâtons ? Je dois faire quoi avec ces deux bâtons ? Louis ?
> Louis : c'est dizaine et unité.
> Anaïs : voilà, on s'occupe pas du reste des centaines et des milliers pour cette activité. (*L'enseignante cache avec sa main les emplacements sur le boulier correspondant aux centaines et aux milliers*). Et puis ? Qu'est-ce qu'on doit faire alors ? [...]
> Olivia : il faut que je fasse un nombre avec neuf boules.

Anaïs : voilà.
Olivia : sinon, on peut aussi essayer de le faire sans le boulier.
Anaïs : hum hum. Certains ont essayé. Toi, tu as fait avec ou sans boulier ?
Olivia : sans boulier.
Anaïs : effectivement, j'avais dit le boulier il n'est pas obligatoire sauf que vous pouvez l'imaginer, l'utiliser, c'est égal. (*L'enseignante repose le boulier*). Les bouliers sont là, donc vous vous servez. [...]

Suite à la première intervention d'Olivia (« il faut que je fasse un nombre avec neuf boules »), Anaïs peut laisser penser qu'il faut représenter un nombre avec exactement neuf boules et non avec neuf boules au maximum, en acquiesçant par « voilà ». Cette intervention d'Anaïs a des effets sur l'activité des élèves lors de la séance car certains vont utiliser neuf boules exactement comme illustré dans le passage ci-dessous.

25:36 - 28:24 Anaïs : moi, j'ai juste une question, est-ce que dans cette activité on est obligé d'utiliser les neuf boules chaque fois ?
Élèves (*en choeur*) : non.
Anaïs : d'accord et moi, j'ai l'impression qu'Harry, tu as pensé qu'on devait utiliser les neuf boules toujours. C'est juste ? Toi aussi. Voilà, c'est ça la différence.

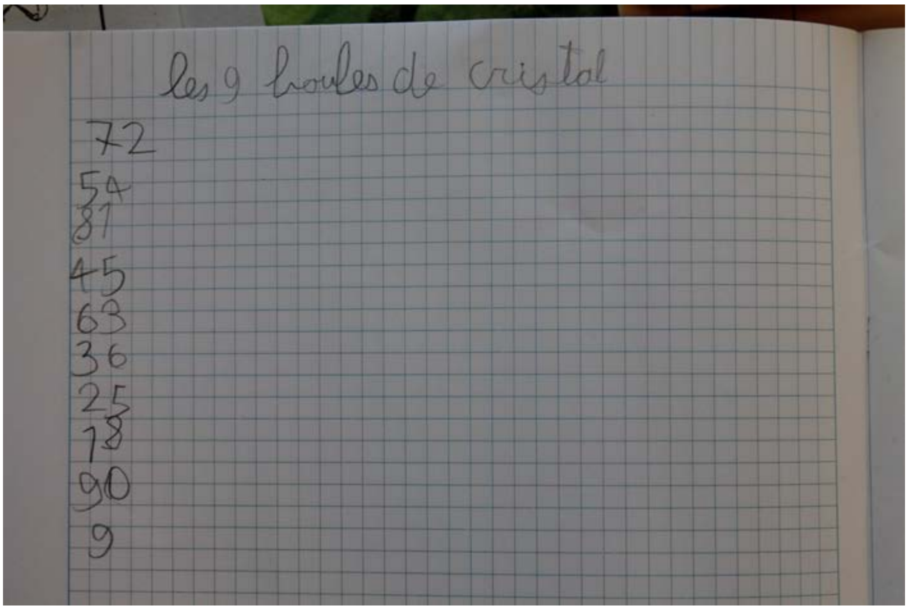


Figure 12 : Production d'un élève de l'atelier 1 lors de la leçon Avant LS dans la classe d'Anaïs

Des productions d'élèves (Figure 12) de l'atelier 1 et de l'atelier 2 (Figure 13) montrent que quelques élèves ont utilisé neuf boules exactement.

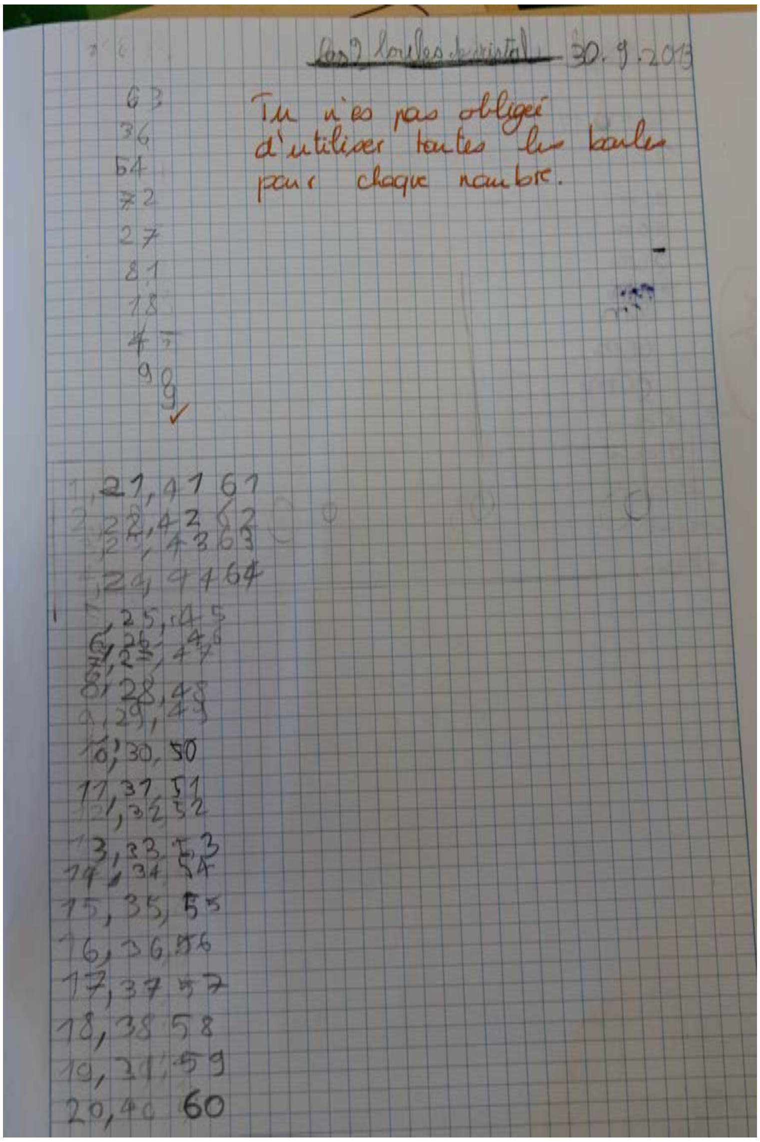


Figure 13 : Production d'un élève de l'atelier 2 lors de la leçon Avant LS dans la classe d'Anaïs

Anaïs a corrigé les productions des élèves de l'atelier 2 avant le début de cette leçon et dans cette production particulière (Figure 13), elle a relevé la confusion entre l'utilisation d'« au maximum » et d'« exactement » neuf boules. Mais elle ne tient pas en compte des erreurs faites par quelques-uns de ces élèves lors de la leçon précédente et lors de la prescription de la tâche, non seulement elle n'insiste pas sur le fait que les élèves doivent utiliser au maximum neuf boules, mais son imprécision (voir les extraits de leçon 2:29 - 4:10 et 25:36 - 28:24) provoque la même erreur chez un élève de l'atelier 1. Le fait de travailler par atelier et de corriger les productions des élèves entre les leçons n'incite pas Anaïs à remettre en question sa façon de prescrire la tâche aux élèves, par rapport aux difficultés rencontrées notamment le fait que plusieurs élèves vont utiliser exactement neuf boules.

Anaïs utilise le matériel officiel mis à disposition, des bouliers sur un support à quatre tiges, et elle demande donc aux élèves d'utiliser que deux tiges sur les quatre. En plus de cette utilisation du boulier qui peut créer des difficultés, elle ne montre pas d'exemple de représentation d'un nombre sur les deux tiges du boulier lors de la dévolution de la tâche. Elle montre les deux tiges du boulier (Figure 10) sans y placer de boules en nommant la tige qui représente les dizaines et la tige qui représente les unités. L'utilisation de ce boulier et l'absence d'exemple de représentation de nombre sur un boulier ont impliqué deux types de difficultés pour les élèves pendant la séance. D'une part, certains élèves (de l'atelier 1 et 2) vont utiliser trois tiges pour représenter les nombres comme illustré dans les passages ci-dessous.

> 16:30 - 20:54 [...]
> Anaïs : vous avez vu ce qu'il a fait ? C'est quoi ces nombres qui sont là ?
> Élève : cent.
> Anaïs : tu t'es rendu compte ? Tu vois l'erreur ?
> Anaïs : tu n'as pas pensé qu'on avait le droit qu'à ces deux tiges ? C'est ça ? Ok, ben, c'est bien que tu te rendes compte. [...]
>
> 28:24.8 - 32:34.7 [...]
> Anaïs : qu'est-ce qu'on écrit ?
> Élève : trois cent trente-trois.
> Anaïs : trois cent trente-trois ?
> Élève : euh, non. [...]

D'autre part, l'utilisation d'un boulier à deux tiges sur un support à quatre tiges pose des difficultés de représentation et de lecture des nombres.

> 12:09 - 16:29 [...]
> Anaïs : on a décidé, sinon c'est trop compliqué, qu'ici c'était quoi ?
> Élève : on peut faire les milliers et les centaines.
> Anaïs : oui, je suis bien d'accord avec toi qu'on peut décider, que là on a mis nos deux tiges. On sait qu'ici c'est quoi ? C'est forcément les unités. Et puis là ? *(en montrant du doigt une tige)*
> élève : des dizaines.
> Anaïs : voilà. Puisqu'on n'en a mis que deux. Mais, je suis d'accord avec toi, que si on en mettait quatre, il faut qu'on décide du sens. Hum. C'est ça que tu veux dire ?
> Élève : c'est la même chose, si on tourne, on va avoir la même chose.
> Anaïs : hum. C'est à nous de décider. Alors, on y va.

Dans ce passage, Anaïs n'emploie pas d'argument mathématique pour expliquer la représentation d'un nombre entier à deux chiffres sur un boulier sur un support à quatre tiges. Comme les tiges représentant les centaines et les milliers sont absentes, il y a donc 0 centaine et 0 millier. Lorsqu'on place un boulier à quatre tiges de face, le nombre de boules sur les deux tiges les plus à droite représentent le chiffre des dizaines et le chiffre des unités du nombre. De plus, il y a un sens de lecture pour le boulier : par exemple, le nombre 0012 devient le nombre 2100 si on retourne le boulier.

Nous pouvons donc interroger la pertinence de l'utilisation du matériel officiel suggéré dans le livre du maître pour cette activité, en considérant les difficultés provoquées chez les élèves durant la séance et en considérant que son utilisation n'est pas pertinente dans toutes les procédures pour établir la liste exhaustive des solutions.

Tâches prescrites par Anaïs aux élèves des ateliers 2 et 3

Anaïs demande aux élèves de l'atelier 2 de discuter de leurs résultats, de les comparer, de valider leurs solutions par binôme et de les justifier (6:06 - 6:36). Puis, elle propose aux élèves de l'atelier 3 l'activité « En pièces » qui est un prolongement d'une autre activité « En boules » déjà réalisée en classe. Elle rappelle brièvement cette activité « En boules » et laisse en autonomie pendant toute la séance les élèves de cet atelier qui ont donc à leur charge de lire « En pièces » et de l'effectuer individuellement. La validation n'est pas prévue pendant cette séance, dès qu'ils ont fini, ces élèves ont un autre travail sur fiche à réaliser en autonomie également (dossier hippopotame).

> 6:54 - 7:48 Anaïs (*au bureau avec les trois élèves du groupe 3*) : vous avez déjà réussi. [...]Je vous ai prévu une activité un peu différente. Vous vous souvenez du jeu « en boules » quand on doit deviner un nombre, on doit faire deviner un nombre à l'autre équipe. Alors ça parle de ce jeu, c'est quelque chose qui se fait seul, vraiment vous faites chacun dans votre coin pour le moment. Après on pourra voir si on compare ou pas mais pour l'instant c'est vraiment seul. 5...] Et quand vous avez terminé, il faut me la remettre ici, et vous pouvez continuer votre dossier hippopotame.

Lors du processus de dévolution, Anaïs ne se réfère pas directement à la consigne de l'activité pour aucun des trois ateliers, ce qui a eu des effets sur l'activité des élèves dans la suite de la séance comme nous l'avons vu. Elle les sollicite en leur demandant d'expliquer l'activité d'après leurs souvenirs. Elle ne suggère pas de démarche possible aux élèves et ne représente pas de nombre sur le boulier qui pourrait servir d'exemple.

iii. Aides apportées par l'enseignante aux élèves des ateliers 1 et 2

Anaïs apporte des aides personnelles aux élèves sans réduire ses exigences mathématiques. Les aides sont personnelles et non collectives, ce qui peut s'expliquer en partie par le fait que les élèves travaillent en atelier. Les aides personnelles sont des demandes d'explicitations, de reformulation, d'explication des procédures des élèves par exemple ci-dessous. (8:37 – 8:38 « tu veux dire quoi par là ? », 12:40 - 12:43 « qu'est-ce que tu voulais dire ? », 19:19 - 19:22 « t'avais fait quoi ? C'est quoi les nombres que t'avais écrits là ? Ça représente quoi? T'as fait comment pour construire tes nombres ? »). Anaïs demande aussi aux élèves de justifier leurs procédures et les encourage à les tester (8:46 – 8:51 « c'est une bonne idée, pourquoi tu veux faire comme ça ? », 8:58 - 8:59 « essaye »). Elle leur demande également de s'apporter des aides et des explications entre eux : « explique-lui, il peut faire », « explique-lui pourquoi », « vous avez vu ce qu'il a fait ? C'est quoi ces nombres qui sont là ? »

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	18 (N=87)
AIDP1 AIDC1	Aide collective et aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 11 : Les aides de l'enseignante pendant la leçon avant LS dans la classe d'Anaïs

Anaïs apporte des aides personnelles sans réduire ses exigences mathématiques, sans simplifier l'activité et sans apporter de solution aux élèves. Elle fait travailler les élèves en groupe ou en binôme dans les ateliers 1 et 2, et insiste sur le fait qu'ils doivent s'entraider, communiquer entre eux leurs procédures et leurs résultats.

iv. *Mise en commun des procédures des élèves*

Lors de cette séance, le travail qu'Anaïs effectue en début de séance (7:57 – 28:13) avec l'atelier 1 est une mise en commun. Il ne s'agit pas ici d'une mise en commun pour l'ensemble de la classe mais seulement pour une partie des élèves. En effet, ceux-ci ont cherché à domicile les solutions de l'activité et ils mettent alors en commun les solutions trouvées ainsi que les procédures. L'objectif est d'expliquer, de débattre, de comparer et de hiérarchiser les procédures mises en œuvre par les élèves.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	47 (N=209)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	32
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	3 2
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	14

Tableau 12 : Mise en commun pour la leçon avant LS dans la classe d'Anaïs

Cette mise en commun représente 47% du temps de travail, dont des explicitations de procédures et des validations de procédures par les élèves. Certaines interventions lors de la mise en commun correspondent à des échanges qui ne sont ni des explicitations ni des validations de procédures (rappels à l'ordre, prise d'information sur l'activité des élèves...).

Anaïs demande aux élèves de valider eux-mêmes les procédures par un guidage de questions de plus en plus fermées comme dans les deux extraits suivants.

> 19:51 - 19:59 Anaïs : vous avez vu ce qu'il a fait ? C'est quoi ces nombres qui sont là ?
> Élève : des cents.
> Anaïs : des cents. Est-ce que c'est possible ?
> Élèves (*ensemble*) : non.

Dans l'extrait suivant, elle demande d'abord de comparer deux procédures et elle reprend la réponse d'une élève, Lila, en demandant ce que l'autre élève a oublié. Puis, elle demande si les élèves doivent utiliser les neuf boules chaque fois. Son guidage en questions de plus en plus fermées a pour objectif de faire valider les procédures par les élèves eux-mêmes.

> 26:09 - 27:00 Élève : après, j'ai marqué le vingt-sept. J'ai marqué comme ça trente-six, quarante.
> Anaïs : ok, alors qu'est-ce qu'il a fait de différent par rapport à la technique que vous avez présentée ?
> Lila : quand il a mis neuf, il a juste en rajouter alors qu'il a oublié de faire comme ça en commençant par...
> Anaïs (*coupe l'élève*) : donc qu'est-ce que tu as oublié ?
> Lila : il a oublié de mettre avec les dix-neuf, les quatorze et tout. Il a tout de suite mis dans les vingt et après ça enlève un jeton.
> Anaïs (*coupe l'élève*) : hum hum, est-ce que dans cette activité, on est obligé d'utiliser les neuf boules chaque fois ?
> Élèves (*ensemble*) : non.
> Anaïs : d'accord et moi, j'ai l'impression qu'Harry, tu as pensé qu'on devait utiliser les neuf boules toujours. C'est juste ?
> Élève : hum.

Lors de la mise en commun, Anaïs a le souci de faire expliciter les procédures des élèves et de ne pas les valider elle-même, mais par les élèves. Ainsi, Anaïs suit les prescriptions institutionnelles lors de la mise en commun (développées dans l'analyse de la tâche prescrite en 6.1.2.1).

v. Temps de recherche des solutions par les élèves

Le temps dévolu à la recherche des solutions correspond à 78% de la séance totale. Pendant ce temps de recherche, Anaïs procède à une lecture en acte de l'activité et des procédures des élèves pendant 21% du temps (par exemple, 15:37 - 15:42 « comment tu t'y es pris Lila ? », 19:11 - 19:15 « quels sont les nombres que tu as écrits ? T'as fait quoi ? »). Elle procède uniquement à une lecture en acte de l'activité des élèves pendant 9% du temps sans questionner les procédures utilisées (par exemple, 32:56 - 32:58 « on en a combien de boules ? », 35:30 – 35:39 « vous êtes en train de comparer vos solutions là. Vérifiez. Alors, je vous laisse faire, je vous laisse faire alors »). Et pendant 17% du temps de travail, elle ne procède pas à une lecture en acte de l'activité des élèves (rappels à l'ordre, intervention sans prendre en compte l'activité des élèves).

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	78 (N= 380)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	17
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	9
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	21
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	26
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	5

Tableau 13 : Moment de recherche pour la leçon avant LS dans la classe d'Anaïs

Pendant les moments de recherche, Anaïs procède à des lectures en acte de l'activité des élèves et de leurs procédures en leur demandant d'expliciter leurs procédures et de les justifier.

Après avoir relevé des caractéristiques générales dans les pratiques d'Anaïs concernant les formes globales de travail, les aides qu'elles apportent aux élèves, puis des caractéristiques liées aux phases de dévolution, de mise en commun et de recherche des élèves, nous allons maintenant rechercher des modifications qu'elle a apportées entre la tâche prescrite et la tâche réalisée.

6.1.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

L'activité « Les 9 boules de cristal » prescrit d'utiliser un boulier à deux tiges pour représenter tous les nombres possibles en utilisant neuf boules au maximum.
Lors de la passation de la consigne, Anaïs laisse la liberté aux élèves d'utiliser ou non un boulier (3:07 - 4:10 [...] « effectivement, j'avais dit le boulier il n'est pas obligatoire sauf que vous pouvez l'imaginer, l'utiliser, c'est égal » [...]). Suite à une intervention d'élève, elle apporte une modification sur les objectifs de la tâche prescrite. La tâche réalisée revient alors à écrire tous les nombres entiers à un ou deux chiffres dont la somme du nombre formé du chiffre des dizaines et du nombre formé du chiffre des unités est inférieure ou égale à neuf.

6.1.5 Analyse de la représentation et de la redéfinition

Pour pouvoir appréhender la représentation qu'a Anaïs de la tâche prescrite, nous lui avons demandé avant le début de la séance quels étaient les objectifs de la séance. Selon elle, l'objectif est de travailler avec le boulier. La tâche qu'elle se représente est de faire travailler les élèves avec des bouliers. Mais, dès la passation de la consigne, elle laisse la liberté aux élèves d'utiliser ou non le boulier. Ainsi la tâche qu'elle va redéfinir correspond à une nouvelle tâche éloignée de la tâche qu'elle se représente et de la tâche prescrite. Cette redéfinition de la tâche implique des activités différentes pour les élèves suivant qu'ils représentent ou non les nombres sur un boulier et a posé des difficultés au niveau de leur activité. Or les commentaires généraux du livre du maître donnent des explications sur l'utilisation du matériel prévu pour une activité et les conséquences d'une modification de ce matériel (voir l'analyse de la tâche prescrite en 6.1.2.1). Nous en déduisons qu'elle n'a pas pris en compte ces prescriptions institutionnelles lors de la redéfinition de la tâche.

6.1.6 Synthèse par rapport au processus de modifications

Anaïs se représente une tâche qui est en accord avec la tâche prescrite, dans le sens où les élèves doivent représenter des nombres sur des bouliers. Mais, elle modifie la tâche prescrite et redéfinit une nouvelle tâche dans laquelle elle ne prend pas en compte les prescriptions institutionnelles. Suite à une intervention d'élève, elle laisse la liberté d'utiliser ou non un boulier. La prise en compte de l'activité des élèves est ainsi une source du processus de modifications.

D'après l'intervention d'Anaïs, « j'avais dit le boulier il n'est pas obligatoire », elle a laissé le choix d'utiliser ou non un boulier également aux ateliers 2 et 3 lors de leur première séance pour cette même activité. En revanche, nous ne savons pas si, lors de la première séance, elle a effectué cette modification à son initiative ou suite à sa prise en compte de l'activité des élèves.

Pour conclure, Anaïs n'apporte pas de modification visible au niveau de la représentation de la tâche. Elle apporte des modifications au niveau de la redéfinition par rapport au matériel et au niveau de la réalisation de la tâche dues à sa prise en compte de l'activité des élèves.

Cette première séance observée dans la classe d'Anaïs nous permet d'avoir des caractéristiques de ses pratiques ordinaires. Nous avons pu observer qu'elle fonctionne avec une forme globale de travail dans laquelle les élèves travaillent par ateliers à des niveaux d'avancement différents dans l'activité mathématique ou sur des activités mathématiques différentes. Elle prend de plus certaines libertés par rapport à la tâche prescrite : elle y apporte des modifications qui peuvent modifier les activités des élèves. Nous ne disposons pas de fiche de préparation de la leçon d'Anaïs car elle n'en réalise pas. Ainsi nous ne pouvons savoir si les choix de modification du matériel ont été anticipés ou non, et si elle a anticipé leurs éventuelles conséquences sur l'activité des élèves.

Nous allons maintenant présenter la première leçon de recherche du cycle *a* du dispositif LS.

6.2 Leçon de recherche n°1 du cycle *a*[32]

Le cycle *a* est consacré à un travail sur l'aspect décimal de la numération et s'est découpé de la manière suivante :

- Séance 1 : le GLS a abordé plusieurs thèmes (résolution de problème, symétrie et numération) et c'est celui de la numération qui a été retenu car il semblait le plus adéquat pour se familiariser avec le dispositif LS.
- Séance 2 : le GLS a travaillé sur l'aspect décimal du système de numération en base dix. En effet, selon eux, l'aspect positionnel du système de numération est beaucoup travaillé dans les classes alors que l'aspect décimal est moins travaillé, alors qu'il pose des difficultés aux élèves. Cette séance a été conçue en s'appuyant sur l'article de Tempier (2010), ainsi que sur un document[33] pour analyser des erreurs d'élèves.
- Entre les séances 2 et 3 : les enseignants ont alors proposé par mail des activités aux facilitateurs pour travailler cet aspect retenu de la numération.
- Séance 4 : le GLS a planifié la leçon de recherche.
- Anaïs a enseigné la leçon de recherche.
- Séance 5 : le GLS a analysé cette première leçon de recherche.

Le tableau ci-dessous reprend le déroulement des séances du cycle a et de la leçon de recherche n°1 avec les objectifs suivis.

Séance collective	Date	Objectifs
1	12/09/13	Présentation du dispositif aux enseignants Identifier les sujets d'enseignement qui leur posent des difficultés d'enseignement, des difficultés pour les élèves
2	26/09/13	L'aspect décimal du système de numération : travail sur les erreurs des élèves et identification des difficultés des élèves (étape 1)
3	10/10/13	Choisir et travailler sur des activités qui font travailler l'aspect décimal de la numération (étape 1)
4	07/11/13	Planification de la leçon de recherche n° 1 (étape 2)
	21/11/13	Leçon de recherche n°1 (étape 3), enseignée par Anaïs
5	21/11/13	Analyses de la leçon de recherche n°1 (étape 4)

Tableau 14 : Séances collectives du cycle a du dispositif LS

[32] Cette partie 6.2 a été développée dans un article (Batteau & Clivaz, 2016).
[33] Ce document est issu d'un site sur l'enseignement de la numération décimale développé par Tempier. Adresse consultée le 28/05/2018 http://numerationdecimale.free.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=148.

6.2.1 Analyse de l’activité « Un drôle de jeu de l’oie... » par le GLS

Choix de l’activité

Parmi les activités proposées par les enseignants, les facilitateurs ont proposé de retenir « Un drôle de jeu de l’oie... » issue d’un manuel scolaire français de l’élève de CE2[34] (voir Figure 14) notamment parce que cette activité ne fait pas partie des Moyens d’Enseignement Romands (MER) et les enseignants du groupe ne l’ont jamais enseignée.


Chercher Unités, dizaines, centaines

Un drôle de jeu de l’oie...

2 ou 3 joueurs et le banquier

Matériel

- une piste de jeu - un dé - un pion par joueur
- trois boîtes pour le banquier avec :

1 unité — 25 cartes
1 dizaine — 80 cartes
1 centaine — 80 cartes

Au départ chaque joueur reçoit :
- 3 cartes « 1 centaine » - 3 cartes « 1 dizaine » - 3 cartes « 1 unité »

Le pion est placé sur la case « Départ ».

Jouer

Le premier joueur lance le dé. Il avance son pion du nombre de points indiqué.
Si le pion arrive sur :

Le joueur doit donner au banquier exactement le nombre de points indiqué dans la case.
Si le joueur n’a pas assez de points, il donne tout ce qu’il possède au banquier.

Le banquier doit donner au joueur exactement le nombre de points indiqué dans la case.

Le joueur passe son tour.

Le joueur suivant lance le dé.
Le jeu s’arrête quand un joueur atteint ou dépasse la case « Arrivée ».

Le gagnant est celui qui, à la fin du jeu, a le plus grand nombre de points avec toutes ses cartes. Vous devez toujours être d’accord sur ce que fait chaque joueur ou sur ce que fait le banquier.

1 Joue avec tes camarades. Arrêtez le jeu lorsque vous êtes bloqués. Écrivez pourquoi vous ne pouvez plus continuer.

2 Fais une ou deux autres parties complètes avec tes camarades.

16 • seize

Figure 14: « Un drôle de jeu de l’oie... » (Charnay, Combier, Dussuc & Madier, 2007, p. 16)

Le livre du maître (voir Annexe 13) propose des modalités de déroulement et présente des commentaires didactiques et pédagogiques pour aider à la réalisation de l’activité.

[34]Le CE2 (Cours Élémentaire 2ème année) en France correspond au degré 5H dans le système Harmos Suisse.

Quelques éléments de l'analyse a priori (développée dans l'annexe 14)

Dans l'activité « Un drôle de jeu de l'oie... », les élèves se mettent par groupe de deux ou trois joueurs avec un banquier. Les joueurs lancent le dé, avancent le pion sur le plateau de jeu et doivent donner ou recevoir du banquier la somme exacte de points indiqués sur la case en fonction de la couleur de la case. Au départ, chaque joueur possède trois cartes « 1 unité », trois cartes « 1 dizaine » et trois cartes « 1 centaine ». Le jeu s'arrête quand un joueur atteint ou dépasse la case d'arrivée. Le gagnant est celui qui a le plus de points. Très rapidement dans le jeu, les joueurs ne disposent plus suffisamment de cartes « 1 unité » ou de cartes « 1 dizaine » pour pouvoir donner la somme exacte au banquier. C'est le cas par exemple, si un joueur lance son dé et obtient 2. Il arrive sur la case 35 et ne dispose pas de cinq cartes « 1 unité » pour pouvoir donner exactement 35.

D'où la nécessité pour les élèves d'avoir recours aux échanges entre une dizaine et dix unités ou entre une centaine et dix dizaines, sachant que le jeu ne permet pas que le banquier rende la monnaie : un peu comme si on payait dans une caisse automatique qui demande l'appoint, avec un monnayeur pour faire des échanges de billets de dix contre dix pièces de un, ou de billets de cent contre dix billets de dix. Le banquier est donc la personne avec qui les joueurs doivent échanger leurs cartes « 1 dizaine » pour dix cartes « 1 unité » ou « 1 centaine » pour dix cartes « 1 dizaine ». Le banquier est aussi la personne à qui les joueurs doivent donner le nombre exact de points indiqués sur la case.

Cette activité a pour objectif de travailler dans le système de numération l'aspect décimal principalement et non l'aspect positionnel.

Aspect décimal de la numération (ou relations entre unités)
10 unités d'un certain rang sont égales à une unité du rang supérieur 1 dizaine = 10 unités 1 centaine = 10 dizaines (donc 1 centaine = 100 unités) 1 millier = 10 centaines (donc 1 millier = 100 dizaines et 1 millier = 1000 unités)

Tableau 15 Aspect décimal de la numération (Tempier, 2010, p. 62)

Le joueur a à sa disposition trois cartes « 1 unité », trois cartes « 1 dizaine » et trois cartes « 1 centaine » au début de la partie. Puis au cours de la partie, plusieurs cas se présentent :

- soit le joueur n'a pas suffisamment de points pour donner le nombre de points exact, il doit donner tout ce qu'il possède au banquier.
- soit le joueur a suffisamment de points pour donner le nombre de points exact, s'il dispose du nombre suffisant de cartes « 1 unité », « 1 dizaine », « 1 centaine », il doit

décomposer le nombre de points indiqués sur la case en nombre d'unités, dizaines, centaines puis en nombre de cartes correspondantes qu'il doit donner au banquier. Sinon, il doit préalablement effectuer un échange d'une carte « 1 dizaine » avec 10 cartes « 1 unité » ou un échange d'une carte « 1 centaine » avec 10 cartes « 1 dizaine », ce qui constitue la procédure visée par l'activité.

- le joueur peut ne pas donner toute la somme au banquier.
- le joueur peut donner plus que la somme prévue et le banquier rend la monnaie.

Une première variable didactique est le fait de donner exactement ou non le nombre de points indiqués sur la case. Dans l'activité, les joueurs et le banquier doivent donner exactement le nombre de points. Donner exactement le nombre de points sous-entend qu'il n'est pas autorisé de donner plus et de rendre la monnaie. Tout l'enjeu mathématique de l'activité se situe dans le fait de donner exactement le nombre de points. En effet, dans le cas où les rendus de monnaie sont autorisés, par exemple, un joueur doit donner 145 au banquier et il lui donne 150 (une carte « 1 centaine » et cinq cartes « 1 dizaine »). Le banquier lui rend 5 (cinq cartes « 1 unité »). Le joueur a décomposé le nombre 150 en centaine et en dizaines. Pour rendre la monnaie, le banquier a pu effectuer la soustraction 150 – 145, ou a pu effectuer une addition à trou 145 + ... = 150. Ainsi le banquier peut utiliser le fait qu'une dizaine est égale à la somme de cinq unités et de cinq unités. Mais il peut aussi éventuellement surcompter à voix haute, au fur et à mesure du rendu : « 151 » et il donne un point, « 152 », et il en donne un deuxième, etc. jusqu'à « 150 » en donnant le cinquième point. Lorsque le rendu de monnaie est autorisé, nous ne pouvons donc pas affirmer que les élèves travaillent la notion d'échange d'une dizaine contre dix unités. Ce choix de valeur de variable didactique est fondamental, en effet il amène une contrainte, certes un peu artificielle, qui vise à faire travailler l'aspect décimal de la numération, la connaissance visée. L'autre choix de valeur de cette variable didactique qui aurait permis de rendre la monnaie, aurait certes permis de travailler la décomposition et recomposition des nombres en unités, dizaines, centaines et les opérations, mais pas l'aspect décimal, avec l'échange une dizaine contre dix unités ou une centaine contre dix dizaines.

Une deuxième variable didactique est le nombre de cartes « 1 unité », « 1 dizaine », « 1 centaine » distribuées aux joueurs. Une troisième variable didactique est le choix des écritures en chiffres ou en lettres des cartes du jeu. Une quatrième variable didactique est le nombre total de cartes « 1 unité » à disposition du banquier. Une cinquième variable didactique est la présence d'un banquier dans le jeu, ce qui incite à parler en argent et aussi à rendre la monnaie.

Nous relevons qu'il y a un problème de conception dans le jeu. En effet, pour les groupes composés de quatre élèves (trois joueurs et un banquier), il manque des cartes « 1 unité ». Quand le banquier a distribué trois cartes « 1 unité » au début de la partie à chaque joueur, il lui reste donc seize cartes « 1 unité » dans sa banque.

Si par exemple, un premier joueur tombe sur la case qui indique 35, le joueur doit effectuer un échange d'une carte « 1 dizaine » pour dix cartes « 1 unité ». Il reste onze cartes « 1 unité » dans la banque après que le joueur ait donné trente-cinq points au banquier. Ensuite, si un deuxième joueur tombe sur la case qui indique 72, le banquier doit lui donner 72 points. Il reste donc neuf cartes « 1 unité » dans la banque. Enfin, si un troisième joueur tombe sur la case qui indique 35, le banquier ne peut pas effectuer l'échange de carte « 1 dizaine » pour dix cartes « 1 unité ». Cet exemple montre qu'il y a un problème dans la conception du jeu pour les groupes de quatre élèves. Il faudrait donc mettre plus de cartes « 1 unité » dans la banque.

Étude des variables didactiques par le GLS

Dans cette partie, nous étudions si le GLS a pris en compte les variables didactiques de l'activité et nous précisons à quel moment, c'est-à-dire si les séances ont eu lieu avant ou après la leçon de recherche. Le GLS a discuté, lors de la séance 4 de préparation du plan de leçon, de la première variable didactique : le fait de donner exactement ou non le nombre de points indiqués sur la case. Pendant cette séance, les enseignants ont insisté auprès des facilitateurs pour jouer eux-mêmes une vraie partie avec des cartes et des pions, ceci afin d'anticiper les difficultés des élèves. Certaines difficultés du jeu ont ainsi été anticipées suite à cette partie, notamment la difficulté liée au terme « exactement ».

> SC 4 - 32:10 - 33:02
> Vanessa : je donne plus et il me rend la monnaie. [...]
> Caroline : c'est marqué il doit donner juste ou pas ?
> Anaïs : exactement.
> Caroline : si je réagis la première fois et puis que je ne sais pas, je vais te dire tu peux me rendre.
> Stéphane : tu dois donner au banquier exactement le nombre de points. Il n'y a pas possibilité de rendre la monnaie. [...]

Dans cet extrait, le GLS a relevé l'importance du fait qu'il faut donner exactement le nombre de points et que le banquier n'est pas autorisé à rendre la monnaie dans le jeu. La solution proposée à cette situation de blocage est d'organiser une mise en commun afin que les élèves comprennent qu'en effectuant des échanges, ils pourront donner le nombre de points exact.

La deuxième variable didactique (le nombre de cartes « 1 unité », « 1 dizaine », « 1 centaine ») et la troisième (le choix des écritures en chiffres ou en lettres des cartes du jeu) ont aussi été discutées pendant cette séance. Le GLS a discuté de cette troisième variable à l'occasion de la partie entre enseignants qui s'est déroulée avec du matériel improvisé : des cartes en écritures chiffrées (1 ; 10 ; 100) et non avec le matériel prévu par le jeu (des cartes : « 1 unité », « 1 dizaine » ou « 1 centaine »). Le GLS décide alors d'exclure le type de cartes en écritures chiffrées car ce matériel induit la procédure de rendre la monnaie qu'ils veulent éviter (SC 4 - 33:37 – 34:05). La quatrième variable didactique, le nombre total de cartes « 1 unité » à disposition du banquier, a aussi été discutée (SC4 - 34:33 - 35:01 [...] Stéphane : Le banquier, il n'a que vingt-cinq unités). Certaines difficultés du jeu ont ainsi été anticipées suite à cette partie, mais le problème de conception du jeu n'a pas été repéré : il manque des cartes « 1 unité » dans le jeu pour qu'une partie puisse se dérouler dans les conditions prévues avec des échanges de cartes. Le GLS ne l'a pas repéré certainement car cette partie s'est déroulée sans le matériel prévu par le jeu. Par ailleurs, les enseignants utilisent des termes liés à l'argent (« sous », « francs », « monnaie ») à la place de points en jouant cette partie, ce que les facilitateurs soulignent (SC 4 - 33:54 - 34:01 « c'est pas de l'argent »). Mais, le fait que la présence du banquier incite à rendre la monnaie n'a pas été discuté dans les séances qui ont eu lieu avant la leçon. Pour terminer, la cinquième variable didactique, la présence d'un banquier dans le jeu, n'a été discutée qu'après la leçon (séance 5).

6.2.2 Analyse de la tâche prescrite

La tâche prescrite comprend :

- le plan de leçon qui décrit le déroulement de la leçon de recherche (voir Annexe 15)
- l'activité « Un drôle de jeu de l'oie... » (voir Figure 14)
- le livre du maître (voir Annexe 13)
- la connaissance mathématique en jeu et le matériel (voir 6.2.1 et l'analyse *a priori* complète en Annexe 14)

Nous allons décrire l'élaboration collective du plan de leçon en distinguant les connaissances mathématiques et gestes professionnels qui ont été explicités ou non.

6.2.2.1 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels explicités dans la tâche prescrite

Le GLS a décidé de former des groupes de trois ou quatre élèves dont un banquier. Les groupes d'élèves doivent être déterminés à l'avance, à cause des contraintes du dispositif

LS[35]. La répartition des groupes d'élèves s'effectue par l'enseignant, au hasard ou non. Dans les groupes, les rôles entre banquier et joueur varient au cours des parties.

La passation de la consigne est laissée au choix de l'enseignant : lecture individuelle ou explication collective selon les habitudes de la classe. Le GLS ne juge pas important de normer la passation de la consigne, laissant un peu de place à l'initiative de l'enseignant.

Le GLS a décidé de commencer par un début de partie collective avec les élèves, illustrant ainsi le fonctionnement du jeu dans des cas qui ne nécessitent pas d'échanges de cartes avec le banquier. La partie collective a donc été décidée collectivement, ainsi : le premier coup du joueur A est 4, il arrive sur une case où il doit donner au banquier 12 points. Le premier coup du joueur B est 5, il arrive sur une case où le banquier lui donne 102 points. Les cases choisies sont telles que les deux cas « donner » ou « recevoir » du banquier sont illustrés, mais que le blocage n'a pas lieu : les joueurs ou le banquier peuvent, avec le nombre de cartes à disposition, donner les sommes 12 et 102 sans devoir effectuer d'échange. Puis, les groupes d'élèves jouent. Les situations de blocage vont intervenir très rapidement dans la partie. Le GLS a décidé de laisser d'abord un moment de réflexion pour les élèves bloqués puis d'organiser un moment collectif de mise en commun pour clarifier les règles.

La mise en commun a pour objectif de faire comprendre aux élèves qu'ils doivent effectuer des échanges pour débloquer une situation du jeu. Dans le cas où personne ne propose d'effectuer des échanges, l'enseignant doit demander ce qu'on obtiendrait en échange d'une dizaine et d'une centaine. Enfin, l'enseignant doit écrire au tableau : 10 unités = 1 dizaine et 10 dizaines = 1 centaine, comme indiqué dans le livre du maître (voir Annexe 13).

Après la mise en commun, les élèves reprennent leurs parties. En cas d'autres blocages, l'enseignant intervient dans les groupes et vérifie la règle du gain : la partie s'arrête quand un joueur arrive sur la case d'arrivée et on compte alors les points. Sinon, un moment avant la fin de la leçon, il arrête tout le monde et les élèves comptent les points. Pour terminer la leçon, le GLS a décidé de faire un moment collectif pour demander aux élèves ce qui s'est passé et ce qu'ils ont appris.

La connaissance mathématique visée dans cette leçon est l'aspect décimal de la numération, elle a été explicitée et travaillée lors des séances de préparation, notamment avec le livre du maître dans lequel il est indiqué « ce jeu de l'oie est destiné à faire pratiquer les échanges entre unités, dizaines et centaines » (voir Annexe 13). Il s'agit de comprendre que notre

[35] Avant la leçon de recherche, l'enseignant doit fournir un plan de sa classe en plaçant les noms des élèves afin de rentrer ces informations dans l'application Lessonnote. Pendant la leçon, les autres membres du groupe prennent alors leurs notes d'observation à partir de ce plan de classe.

système de numération est en base dix, c'est-à-dire qu'il repose sur des groupements par dix pour passer d'un certain rang à un rang supérieur.

6.2.2.2 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels implicites

Pour travailler l'aspect décimal, il est nécessaire d'effectuer des échanges directement d'une unité d'un certain rang pour dix unités du rang inférieur. Cet aspect est resté implicite lors de la préparation collective de la leçon et apparaîtra lors de la séance 7 qui a lieu après la deuxième leçon de recherche (Batteau & Clivaz, 2016).

Dans ce plan de leçon, certains gestes professionnels sont laissés à la charge de l'enseignant. Lors du processus de dévolution, l'enseignant a la charge de gérer les questions des élèves, notamment celles concernant les situations de blocage (qui ont été écartées volontairement dans l'exemple) pendant la partie collective. Puis, lorsque les élèves jouent et se retrouvent dans une situation de blocage, il revient à l'enseignant de décider du moment pour proposer une mise en commun, c'est-à-dire lorsque suffisamment de groupes d'élèves se sont engagés dans le jeu et se sont retrouvés bloqués. Lors de cette mise en commun, l'enseignant doit faire comprendre aux élèves que la connaissance mathématique qu'ils possèdent en fait déjà (la notion de « groupements » ou d'« échanges » (Tempier, 2010, p. 62) dans le système de numération) est un moyen de débloquer les situations en la recontextualisant avec des cartes dans le jeu. À la fin du jeu, l'enseignant propose un moment de réflexion aux élèves sur ce qu'ils ont appris. Il devrait centrer ce moment sur la décontextualisation de la connaissance mathématique en jeu. Les aspects de recontextualisation (lors de la mise en commun) et de décontextualisation (à la fin du jeu) de la connaissance mathématique sont restés implicites lors de la préparation collective de la leçon.

Le GLS n'a pas discuté de l'éventualité d'écrire 1 dizaine = 10 unités et 1 centaine = 10 dizaines. Les deux écritures sont équivalentes puisque l'égalité est une relation d'équivalence (réflexive, transitive et symétrique). Cependant, pour les élèves de ce niveau, le sens que revêt le signe « = » est plus celui « ça fait » que « c'est égal » et que de fait la relation n'est pas vue comme symétrique. Selon Theis (2005), le signe « = » est un obstacle cognitif important pour des élèves du début du primaire. En effet, il a montré que le signe « = » est vu comme un opérateur ou une incitation à fournir une réponse et non comme une relation d'équivalence. Selon lui, une conception adéquate du signe « = » comme indicateur d'une relation d'équivalence est donc primordiale pour pouvoir comprendre les opérations arithmétiques élémentaires et leurs propriétés. Or le système de numération est lié aux opérations arithmétiques et à leurs propriétés. Ainsi une compréhension adéquate du signe « = » semble importante à la compréhension du système de numération. En lisant de gauche à droite « 1 dizaine = 10 unités », le signe « = » correspond à l'échange que les élèves vont effectuer concrètement : ils donnent le membre de gauche une carte « 1 dizaine » et ils prennent le membre de droite dix cartes « 1 unité ». Le signe « = » n'est donc pas vu ici comme une relation d'équivalence car ils ne disposent pas de dix cartes « 1 unité » et donc l'échange n'est possible que dans un seul sens pour les joueurs et dans l'autre sens pour le banquier.

Deux niveaux se distinguent :

- le niveau du jeu dans lequel l'échange (avec un seul sens possible pour les joueurs) permet de débloquer la situation et dans lequel le signe « = » ne correspond pas à une relation d'équivalence.
- le niveau de la connaissance mathématique qui est l'aspect décimal de notre système de numération pour lequel le signe « = » correspond à une relation d'équivalence.

Après cette analyse de la tâche prescrite, nous allons à présent étudier la réalisation de la tâche.

6.2.3 Étude de la réalisation de la tâche

6.2.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités proposées aux élèves par l'enseignante
0:00 –4:23			Avant la sonnerie-installation des élèves	
4:23 – 5:09	collectif		Début de séance-explication de la présence des observateurs du dispositif LS	
5:09 – 6:41	collectif	Présentation d'un jeu de l'oie « ordinaire »	Anaïs demande aux élèves ce qu'est un jeu de l'oie, puis montre un jeu de l'oie « ordinaire », demande ce que sont une oie, puis le but du jeu, le matériel utilisé	
6:41 – 7:48	collectif	Présentation d'« Un drôle de jeu de l'oie... »-Rôles des élèves dans les groupes-matériel	Anaïs explique la composition des groupes et le matériel.	Les élèves doivent décider qui est le banquier dans chaque groupe. Puis, le banquier doit prendre la feuille à trois colonnes pour y placer les cartes « 1 centaine », « 1 dizaine », « 1 unité ».

7:48 – 10:22	groupe	Vérification que les cartes ont été bien triées et placées	L'enseignante vérifie que les groupes ont bien placé et trié leurs cartes	Le banquier continue à trier et placer les cartes
10:22 – 11:18	collectif	Distribution des feuilles de consigne	L'enseignante distribue deux feuilles de consigne par groupe	
11:18 – 13:19	collectif	Explication des règles du jeu	L'enseignante explique ce que doit faire le joueur en fonction des différentes couleurs des cases. Elle dit qu'il faut lancer le dé et avancer.	
13:19 – 19:17	groupe	Exemple avec un début de partie	L'enseignante demande ce qu'il se passe si le joueur jaune fait 4 avec son dé, puis demande à chaque groupe de donner effectivement le nombre de points indiqués sur la case (12) et leur demande de décomposer (1 dizaine et 2 unités). Elle fait de même avec le joueur bleu qui a fait 5.	Les élèves avancent leur pion, donnent le nombre de points indiqués sur les cases pour les deux exemples proposés par Anaïs
19:17 – 20:52	collectif	Explication du but du jeu	Anaïs dit que le gagnant n'est pas celui qui arrive en premier sur la case arrivée mais celui qui a le plus de points. Elle demande aux élèves de vérifier qu'ils donnent ou échangent les cartes de manière correcte.	
20:52 – 26:46	groupe	Début du jeu	L'enseignante circule dans les groupes	Les élèves commencent une partie : lancent le dé, avancent les pions, donnent les points (quand c'est possible)
26:46 – 39:44	collectif	Mise en commun suite aux premiers blocages	L'enseignante écrit au tableau la situation de blocage d'un élève (dessine les cartes à disposition et écrit ce qu'il doit donner 35). Elle demande aux élèves de trouver des procédures pour débloquer la situation. Elle valide les procédures des élèves. Elle écrit au tableau une procédure juste (1C=9D+10U).	Une élève expose le blocage (doit donner 35 et pas assez d'unités). Plusieurs élèves proposent des procédures pour débloquer la situation (rendre la monnaie, donner en deux fois, la banque donne des cartes, 1C=9D+10U).
39:44 – 50:30	groupe	Reprise du jeu	L'enseignante circule dans les groupes	Les élèves continuent la partie et font des échanges
50:30 – 51:27	collectif		Coup de cloche de l'enseignante - l'enseignante demande aux élèves de compter leurs points	
51:27 – 52:41	groupe	Comptage des points	L'enseignante circule dans les groupes	Les joueurs comptent leurs points
52:41 – 53:40	collectif	Conclusion du jeu	L'enseignante dit que les élèves rejoueront à ce jeu et demande de ranger le matériel.	

Tableau 16 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

6.2.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la séance

Dans cette leçon, le temps de travail commence à la présentation du jeu jusqu'à la fin de la leçon (5:14-53:40). Toutes les statistiques sont réalisées en fonction de ce temps de travail.

i. Formes globales de travail

Anaïs alterne les moments de travail en collectif et en groupe pendant le processus de dévolution (5:14- 20:52). Elle laisse une part plus importante au collectif qu'au travail en groupe.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=404)
TRACOL	en collectif	59
TRAGPE	en groupe	41
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	0

Tableau 17 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon de recherche dans la classe d'Anaïs

L'enseignante effectue peu de rappels à l'ordre, les élèves sont actifs et engagés dans l'activité. La plupart adhèrent au projet de l'enseignante excepté trois élèves qu'elle reprend à la fin de la séance (Leçon de recherche n°1 - cycle *a* – 54:18 – 56:00 [...] « Au début, vous avez pas compris les règles, après vous avez pas arrêté de rire. C'est dommage ».).

Le temps de parole dévolu aux élèves représente 26% du temps de travail.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Anaïs RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	74 3
PAR	Interventions des élèves	26
Total	Total	100 (N=404)

Tableau 18 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon de recherche dans la classe d'Anaïs

Anaïs sollicite les élèves que ce soit en groupe ou en collectif, la paix scolaire est instaurée car elle fait peu de rappels à l'ordre et les élèves se sont quasiment tous engagés dans l'activité, malgré (ou grâce à ?) la présence de nombreux observateurs.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue des élèves

Anaïs attend de ses élèves qu'ils effectuent des échanges entre dix cartes « 1 unité » et une carte « 1 dizaine », entre dix cartes « 1 dizaine » et une carte « 1 centaine ». Elle attend de ses élèves qu'ils comprennent que ces échanges permettent de débloquer les situations de jeu.

Tâche prescrite par l'enseignante

Anaïs commence par introduire un jeu de l’oie « ordinaire » et demande aux élèves ce qu’est une oie.

> 5:09 – 7:48 Anaïs : [...] il s'agit d'un jeu de l'oie. Qui peut dire ce que c'est un jeu de l'oie ? [...]
> Anaïs : il y a des oies. C'est quoi des oies ? [...]
> Anaïs : une sorte de canard, oui, un oiseau. Ça s'appelle le jeu de l'oie. Et c'est quoi le but du jeu ? Normalement, comment est-ce qu'on joue ? [...]
> Anaïs : Donc ça ressemble un tout petit peu mais, vous avez peut-être remarqué notre jeu s’appelle « Un drôle de jeu de l’oie... ». Ce qui est un peu bizarre avec des règles un peu particulières que je vais devoir vous expliquer. [...]

On peut s’interroger sur le fait de savoir si l’introduction d’Anaïs aide vraiment les élèves à s’engager dans l’activité. Il semble au contraire que cette fausse ressemblance entre les jeux, qu’elle a voulu mettre en avant peut induire les élèves à rester au premier niveau de jeu (des dés, des pions et du plateau) et à ne pas percevoir le but du jeu (avoir le plus de points et ne pas arriver en premier).

Pendant le processus de dévolution, les élèves vont passer du temps (7:48 - 11:18) à trier, classer leurs cartes « 1 unité », « 1 dizaine » et « 1 centaine », car l’enseignante les a distribuées mélangées. Pendant ce moment, Anaïs demande aux élèves comment ils peuvent les classer (8:00 - 8:05).

Anaïs enrôle ses élèves en utilisant des leviers qui n’appartiennent pas au contexte des mathématiques (une oie, un jeu de l’oie ordinaire) pour introduire l’activité, puis des leviers qui relèvent de la numération avec le début de la partie collective.

> 17:03 – 17:35 Anaïs : [...] Que fait mon joueur jaune là maintenant ?
> Élève : il donne une dizaine et deux unités.
> Anaïs : pourquoi ?
> Élève : parce que une dizaine, ça fait dix. Et puis deux unités, ça fait deux.
> Anaïs : donc, c'est clair ? Allez-y les joueurs jaunes.

Pendant plus de 15 minutes, Anaïs introduit le contexte (jeu de l’oie), distribue les feuilles de consigne, explique les règles du jeu, fait jouer un exemple avec un début de partie et explique le but du jeu. Dans cette lente entrée dans le processus de dévolution, Anaïs enrôle ses élèves en introduisant un contexte qui majoritairement ne relève pas des mathématiques. La première activité qu’elle leur propose est de trier et de classer des cartes sur une feuille à trois colonnes. Nous voyons donc qu’il existe un décalage entre la tâche qu’elle attend de ses élèves d’un point de vue mathématique et la tâche qu’elle leur prescrit.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	17 (N=69)
AIDP1	Aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	1 (N=3)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques	23 (N=83)
AIDC1	Aide collective avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 19 : Les aides de l'enseignante pendant la leçon de recherche 1 du cycle a dans la classe d'Anaïs

Anaïs apporte des aides sans réduire ses exigences mathématiques en collectif, mais elle a réduit ses exigences mathématiques avec un groupe d'élèves (1% du temps de travail soit 3 interventions avec le même groupe dans le passage ci-dessous). Ce passage illustre un problème dû à la conception du jeu (voir 6.2.1) qui a conduit Anaïs à des choix conduisant parfois à des aménagements plus ou moins caractéristiques. Il doit y avoir 25 cartes « 1 unité », 80 cartes « 1 dizaine » et 80 cartes « 1 centaine » par groupe de trois ou quatre élèves (deux ou trois joueurs et un banquier). Avec des groupes de quatre joueurs, il manque des cartes « 1 unité » et le jeu est bloqué. C'est ce qui s'est produit assez rapidement dans la classe d'Anaïs. Un élève doit donner 68 au banquier, il ne peut pas car il n'a pas assez de cartes « 1 unité » pour échanger une carte « 1 dizaine » contre dix cartes « 1 unité » et les autres joueurs non plus. Anaïs observe cette situation et propose aux élèves de se rendre la monnaie pour la débloquer.

> 43:57- 50:00 Anaïs : Est-ce que quelqu'un en a assez pour faire un échange ou pas ? Alors, qu'est-ce qu'on fait pour résoudre notre problème ? [...] Qu'est-ce qu'on fait pour continuer à jouer ? [...] Il doit donner soixante-huit. [...]
> Anaïs : tu lui donnes combien ? Tu lui en donnes combien ?
> Jules : je lui donne sept dizaines.
> Anaïs : Ok.
> Jules : et après il me redonne une dizaine.
> Anaïs : il te redonne une dizaine. S'il lui donne sept dizaines. Qu'est-ce qu'on fait ?
> Élève : on lui redonne deux unités.
> Anaïs : Pourquoi pas! Pourquoi pas ouais! T'en avais une de trop. Et voilà. Donc là, on n'est pas tout à fait dans les règles du jeu, mais est-ce qu'on est quand même juste dans ce que tu lui as donné ? Ok. Alors, comme ça, vous pouvez continuer à jouer, allez-y.

Dans ce passage, les élèves sont dans une situation de blocage : c'est le ressort qui devrait faire émerger la notion d'échange, mais ils ne peuvent plus faire aucun échange. Face à cette impasse, l'enseignante va privilégier le fait que les élèves puissent continuer la partie, pour pouvoir jouer, en leur proposant elle-même un changement de règle qui va annihiler toute possibilité d'échanges, ce qui était pourtant l'objectif mathématique du jeu. Elle aurait pu (même dû si on s'en réfère à la préparation commune) arrêter la partie, compter les points et en refaire une autre pour pouvoir provoquer de nouveaux échanges possibles. Ici elle incite les élèves à ne pas respecter la règle du jeu pour justement qu'ils puissent continuer à jouer et en faisant cela, elle oublie l'intérêt mathématique des règles du jeu.

Anaïs perd de vue l'intérêt mathématique du jeu en transformant les règles du jeu. Ce n'est pas ici des contraintes d'ordre didactique entre l'enseignante et les élèves qui l'ont incitée à faire ce choix, mais plutôt un problème matériel, mal anticipé et le côté artificiel du jeu : le banquier est la personne à qui les joueurs échangent leurs cartes et à qui les joueurs donnent les points.

iv. Mise en commun des procédures des élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	24 (N=136)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	8
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	9 2
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	9

Tableau 20 : Mise en commun pour la leçon de recherche 1 du cycle a dans la classe d'Anaïs

La mise en commun a pour objectif de faire comprendre aux élèves qu'ils doivent effectuer des échanges pour débloquer une situation. Elle commence par une situation de blocage d'un élève, Anaïs demande donc aux élèves de trouver un moyen pour résoudre cette situation. Elle demande aux élèves de valider les propositions en posant des questions ouvertes qui n'induisent pas de réponse (31:39 - 31:41 « vous pensez quoi de cette idée, je demande au banquier de me donner des cartes ? », 36:49 - 36:59 « deux centaines contre une dizaine ? Donc, si j'ai deux centaines, je peux l'échanger contre une dizaine ? Qu'en pensez-vous ? »). Ou alors elle les invalide elle-même mais de façon valorisante, même lorsqu'elles sont hors règle du jeu. Par exemple, un élève propose de donner 33 points puis les deux unités après (29:02 - 29:27 « C'est une bonne idée mais rappelle-toi [...] Les règles du jeu sont les suivantes : je dois donner exactement le nombre inscrit. Ce serait sympa de faire crédit comme ça, mais c'est pas possible dans ce jeu »). Un autre exemple :

> 30:59 - 31:22 Anaïs : tu proposes que Sophie donne cent et qu'on lui rende soixante-cinq. De nouveau, c'est une super idée, mais on n'est pas tout à fait dans les règles du jeu. Puisque le jeu c'est : le joueur doit donner exactement trente-cinq au banquier. Donc continuons à chercher, qu'est-ce qu'on pourrait faire ? Vous avez de bonnes idées. Vous devriez trouver. Vous êtes sur la piste.

Un élève propose d’échanger une centaine contre neuf dizaines et dix unités dans le passage ci-dessous.

> 32:19 - 32:29 Anaïs : comment tu veux ? Répète, t'aimerais faire quoi ?
> Louis : Jules, il me passe une centaine.
> Anaïs : Oui ? Toi, t'es le banquier ?
> Louis : oui.
> Anaïs : donc Jules donne une centaine au banquier.
> Louis : oui et puis moi, je passe neuf dizaines et puis dix unités, comme ça, il peut payer.

Cet échange est complexe car il correspond à deux étapes : un échange d’une centaine contre dix dizaines, puis un échange d’une dizaine contre dix unités. Anaïs va exploiter en détail cette proposition pendant la mise en commun. Elle demande aussi aux élèves si les autres propositions sont réalisables dans le jeu (37:30 – 37:44 « est-ce que cet échange est possible chez mon banquier ? [...] trouvez-moi un autre échange possible. »). Après diverses propositions d’élèves, elle conclut à partir de leurs interventions que les échanges vont les aider à résoudre les situations de blocage.

> 39:02 - 39:44 Anaïs : [...] (*L'enseignante écrit au tableau 1c= 10d en dessous de 10d=1c*) ça vous aidera, une centaine égale dix dizaines. Ça, ça devrait vous aider à résoudre votre problème quand vous en avez un et que vous pouvez pas donner ce qu’il faut au banquier ou que le banquier ne peut pas vous donner. Vous allez essayer de jouer comme ça.

Pendant la mise en commun, Anaïs a le souci de faire expliciter les procédures des élèves et que soit elle les valide elle-même, soit elle demande aux élèves de les valider. Le passage de la connaissance mathématique visée dans l’activité en connaissance utile qui sert à débloquer les situations est pris en charge par l’enseignante et par les élèves, ceci par un guidage d’Anaïs.

v. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	52 (N= 241)
RECP0	pas de lecture en acte de l’activité des élèves par l’enseignante	5
RECP1	lecture en acte de l’activité des élèves par l’enseignante	14
RECP2	lecture en acte de l’activité des élèves et des procédures des élèves par l’enseignante	9
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	16
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	8

Tableau 21 : Moment de recherche pour la leçon de recherche 1 du cycle a dans la classe d’Anaïs

Anaïs ne lit pas en acte l’activité des élèves pendant 5% du temps de travail (soit 15 interventions). Par exemple, elle survole un groupe d’élèves ou elle interroge pour savoir quel élève doit jouer au prochain tour.

21:46 - 22:05 Anaïs (*au groupe 4*) : ça va tout bien ?
26:18 - 26:28 Anaïs : c'est à qui ?
Harry : perdu.
Anaïs : j'ai perdu.
Harry : un, deux, huitante-sept. Huitante-cinq.
Marc : ouais, attends. (*Anaïs s'en va*).

Pendant les moments de travail en groupe, elles intervient pendant 14% du temps de travail (soit 52 interventions) en relevant des informations sur l'activité des élèves et pendant 9% du temps de travail (soit 34 interventions) en demandant aux élèves d'expliquer leurs procédures (par exemple, 24:20.8 - 24:51 Anaïs : tu dois faire quoi ? C'est toi qui as joué ? Tu as fait quoi ? [...]).

Pendant les temps de recherche, Anaïs intervient principalement en prenant en compte l'activité des élèves et en leur demandant d'expliciter et de justifier leurs procédures.

6.2.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

Nous allons tout d'abord rechercher les modifications qu'Anaïs a apportées à la tâche prescrite. La tâche réalisée correspond à la leçon de recherche n°1 du cycle *a* et est éclairée par les séances 3, 4 et 5.

6.2.4.1 Formes globales de travail

Anaïs apporte des modifications à la tâche prescrite pendant les moments de travail collectif et reste conforme à la tâche prescrite lors des moments de travail en groupe. Une explication est qu'il y a plus de liberté laissée à l'enseignante lors des moments de travail en groupe car il y a moins d'indications directives (par exemple : « les groupes jouent », « Blocage : moment de réflexion pour ceux qui sont bloqués », « retour aux jeux, en cas d'autres blocages : dans les groupes »). Cela implique moins de modifications possibles de la tâche prescrite pour les moments de travail en groupe. Par contre, le plan de leçon donne des indications plus directives lors des moments collectifs par exemple lors de la prescription de la tâche (avec la description de la partie collective) ou lors du blocage avec une mise en commun et ses objectifs. Nous allons donc plus particulièrement nous intéresser à ces moments collectifs.

6.2.4.2 Modifications lors du processus de dévolution

Anaïs apporte une modification à la tâche prescrite : alors que le plan de leçon prescrivait de montrer à la classe un début de partie collective, elle fait jouer ce début de partie à chaque groupe et non collectivement (13:19 -17:58). Ainsi, les élèves s'échangent réellement les cartes dans les groupes et quand ils commenceront leur « vraie » partie, ils joueront à partir de là, avec cette nouvelle répartition de cartes, c'est-à-dire pas avec le bon nombre de cartes. Anaïs prend la liberté de modifier les modalités de la prescription de la tâche et ce point ne sera soulevé par aucun des membres du GLS lors de la séance 5. L'absence d'identification de cette modification laisserait donc penser qu'elle ne représente pas un problème pour le GLS. Or comme nous l'avons vu, outre la lourdeur de la gestion, cela va modifier le point de départ des parties.

6.2.4.3 Modifications lors de la mise en commun des procédures des élèves

Anaïs apporte des modifications à la tâche prescrite pendant les mises en commun. Le moment collectif de mise en commun a pour objectif de trouver des solutions pour les élèves qui sont bloqués, c'est-à-dire d'arriver à la notion d'échange d'une dizaine contre dix unités et d'une centaine contre dix dizaines. Dans le passage ci-dessous, un élève propose d'échanger des dizaines contre des unités. Comme au tableau, il est déjà noté 1d=10u, Anaïs en déduit par une forme d'effet Jourdain que l'élève propose d'échanger dix unités contre une dizaine.

> 37:33 - 37:57 Anaïs : trouvez-moi un autre échange possible ? [...]
> Julien : des dizaines contre des unités.
> Anaïs : ok, dizaine unités. C'est ce qu'on a fait, dix unités contre une dizaine. Je pourrais avoir aussi une dizaine contre dix unités. C'est ça que tu veux dire ? *(L'enseignante écrit au tableau 1d= 10 u en dessous de 10u = 1d)*
> Julien : oui.

Un peu après lors d'un autre échange, l'enseignante reprend la proposition de Julien pour les échanges entre centaine et dizaines (38:54 - 39:48 « Je peux aussi faire le contraire comme nous avait dit Julien, *(l'enseignante écrit au tableau 1c= 10d en dessous de 10d=1c)* ça vous aidera, une centaine égale dix dizaines »). Elle s'appuie sur l'intervention de Julien pour introduire les deux écritures 1c = 10d et 10d = 1c. Ne pas reconnaître la symétrie de l'égalité dans ces deux cas précis peut renforcer de fausses conceptions des élèves dans lesquelles l'égalité aurait un sens. Ici, elle introduit ces deux écritures qui peuvent être utiles dans l'activité mais sans généraliser la connaissance mathématique. Dans la tâche prescrite, il n'était pas prévu de travailler la symétrie de l'égalité. Mais, il est difficile de savoir si elle l'aurait fait à son initiative sans l'intervention de l'élève.

Dans le passage ci-dessous, l'enseignante apporte une autre modification à la tâche prescrite : elle rajoute l'utilisation de matériel pour donner une explication à une élève et rajoute l'égalité entre une centaine et cent unités. Elle fait un passage par le nombre d'unités pour expliquer l'échange entre dix dizaines et une centaine. Par un cours dialogué, elle utilise le raisonnement suivant : comme dix dizaines égalent cent unités et une centaine égale cent unités, alors dix dizaines égalent une centaine.

> 38:30 - 39:48 Anaïs : Amandine ? Une centaine, c'est combien ? *(L'enseignante montre une plaque de 100 unités)*
> élève : cent
> Anaïs : hum, hum. Exact. Est-ce que ça joue ça ? Dix dizaines, vous m'avez dit que ça fait cent. Une centaine vous m'avez dit que ça fait cent. Est-ce que ça joue ?
> Élèves *(en choeur) :* oui.

Anaïs se ramène à la référence en nombre d'unités plutôt que d'utiliser le caractère décimal de notre système de numération, qui est l'objectif d'apprentissage et qui permet de dire directement qu'une centaine vaut dix dizaines. Autrement dit, elle n'effectue pas les échanges directement des dizaines aux centaines, elle les exprime en passant par les unités, pour arriver au fait qu'une centaine vaut dix dizaines, ce qui occulte une part du caractère décimal de notre système de numération et l'objectif d'apprentissage essentiel de la séance ! Il était bien question de travailler les échanges de notre système de numération en base dix et à aucun moment en séances, il a été envisagé de faire les passages par les unités. Anaïs opère donc ici bien une modification à sa seule initiative, sans visiblement en mesurer les conséquences et l'inadéquation quant à l'atteinte des objectifs de la séance.

Anaïs réalise une autre modification lors de la mise en commun : au lieu d'écrire 10 unités = 1 dizaine et 10 dizaines = 1 centaine, elle écrit $10\boxed{u}=1\boxed{d}$, avec $\boxed{u}$ et $\boxed{d}$ encadrés à la place d'unité et dizaine (Figure 15). Peut-être se réfère-t-elle implicitement au tableau de numération c-d-u ? Peut-être se réfère-t-elle aux cartes « 1 unité », « 1 dizaine », « 1 centaine » du jeu car le u, le d et le c encadrés peuvent rappeler la forme d'une carte du jeu ? Elle a aussi dessiné les cartes que les joueurs doivent avoir au début de la partie (trois cartes « 1 unité », trois cartes « 1 dizaine », trois cartes « 1 centaine »).

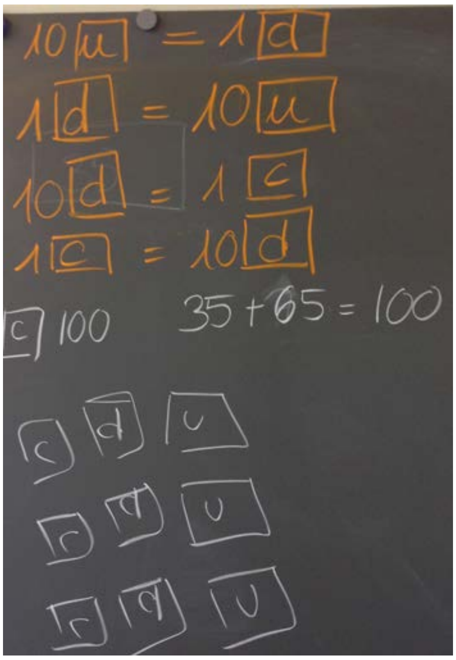


Figure 15 : Tableau noir-classe d’Anaïs-leçon de recherche n°1 du cycle a

Anaïs n’écrit pas au tableau la connaissance décontextualisée dans un registre mathématique mais la connaissance mathématique contextualisée avec les $\boxed{u}$, $\boxed{d}$ et $\boxed{c}$ encadrés comme pour rappeler les cartes du jeu.

6.2.4.4 Phase de synthèse-institutionnalisation

Dans le plan de leçon, le GLS n’a prévu de faire ni d'institutionnalisation ni de synthèse des procédures d’élèves. L’enseignante doit écrire au tableau 10 unités = 1 dizaine et 10 dizaines = 1 centaine, ce qui constitue une connaissance mathématique déjà institutionnalisée lors de leçon précédente. Cette connaissance est recontextualisée en connaissance utile dans l’activité. Nous pouvons donc considérer que ce moment peut participer au processus d'institutionnalisation, mais ce n'est pas l’institutionnalisation d'une nouvelle connaissance.

Dans le plan de leçon, le GLS a décidé de faire un « moment collectif sur ce qui s'est passé : est-ce que vous avez appris quelque chose ? » À la place, Anaïs réalise elle-même une synthèse rapide sur le déroulement du jeu (évocation sur le fait que les élèves ont rencontré des problèmes et durée du jeu), reprise du jeu ultérieurement et rangement du matériel. Cette modification de la fin du jeu peut en partie s’expliquer par un manque de temps. Rien ne nous prouve cependant que cela fait partie de ses pratiques habituelles. Peut-être n'a-t-elle pas voulu risquer de mettre en place ce moment ouvert pour faire débattre les élèves sur ce qu’ils ont appris, pour ne pas se mettre en difficulté pendant la leçon de recherche ?

6.2.5 Analyse de la représentation

Au début de la séance 5, les facilitateurs demandent à Anaïs d'exprimer son vécu de la leçon, ce qu'elle a observé, son point de vue et les difficultés qu'elle a identifiées.

> SC 5 - 27:39- 30:17
> Anaïs : [...] Je m'étais déjà dit ça, et puis t'es sûr... il doit donner exactement la même somme ou ils peuvent rendre. J'avais quand même le doute en refaisant le jeu et en réfléchissant encore. Et puis, ça ne jouait effectivement pas, car à un moment, ils ont fait leurs échanges et malgré tout, et puis hier (*inaudible*) aucun des élèves n'avait assez d'unités. [...]

Anaïs émet alors un doute sur la tâche prescrite : est-ce que les élèves doivent donner exactement le nombre de points ou peuvent-ils rendre la monnaie ? Dans cet extrait, elle évoque en plus le manque de cartes « 1 unité ». Comme nous l'avons vu lors de l'analyse *a priori* de la tâche prescrite, il est essentiel dans ce jeu de donner exactement le nombre de points afin de permettre l'apprentissage visé. La tâche prescrite indique explicitement que les joueurs doivent donner exactement le nombre de points indiqué et les facilitateurs le mentionnent également mais sans faire explicitement le lien avec l'apprentissage visé (SC4 - 32:10 - 33:02). Ce point est encore repris lors de la séance 5.

> SC 5 – 1:16:04 - 1:18:17
> Marius : je pense que tous les élèves qu'ils aient rendu la monnaie ou non ont fait les échanges. Ils ont d'une certaine manière fait des décompositions. Donc avec ou sans la règle du jeu, même les élèves qui rendaient la monnaie sur cent ou cent cinquante ont fait des décompositions et des recompositions. Ce qui était quand même l'aspect mathématique qu'on avait retenu.
> Valentine : ils peuvent rendre sans faire d'échanges.
> Marius : oui mais en décomposant.
> Marius : parce que si je te donne cent cinquante pour cent quarante-cinq, forcément que tu dois faire la décomposition pour trouver que tu dois me rendre cinq. Dix moins cinq, donc tu as cassé ta dizaine en deux fois cinq unités.
> Valentine : ça peut être une bête soustraction.
> Marie : oui, mais celui qui donne, il donne une centaine et cinq dizaines.
> Marie : mais celui qui donne, il a déjà compris que dans cent cinquante, il y a cent et cinq dizaines.
> Valentine : d'accord. Et pour le banquier [...] il peut ne pas faire d'échange mais une soustraction.
> Anne : un élève qui donne une centaine et cinq dizaines pour cent quarante-cinq. Qu'est-ce qu'on est sûr que l'élève sait ?
> Marie : la différence centaine et dizaine.
> Anne : [...] Et s'il rend cinq, qu'est-ce qu'on peut affirmer que l'élève sait ?
> Valentine : les compléments à dix.
> Anne : y a-t-il une possibilité de s'en sortir sans faire des échanges ? De rendre de la monnaie comme ça sans rentrer dans la notion d'échanges ou pas ?
> Anaïs : ben cent quarante-cinq, non, on est obligé de faire des échanges.

Au début de ce passage, un enseignant Marius affirme que les élèves travaillent la notion d'échange lorsqu'ils se rendent ou non la monnaie ; les facilitateurs ne valident (ou invalident) pas son affirmation et posent des questions ouvertes afin d'amener les enseignants à questionner le lien entre « rendre la monnaie » et « travailler la notion d’échanges ». Ainsi, Anaïs affirme que lorsqu’on rend la monnaie, on doit effectuer des échanges. Nous en déduisons qu’elle se représente une tâche dans laquelle les élèves peuvent se rendre la monnaie et atteindre l’objectif d’apprentissage visé.

Lors de la leçon de recherche (43:57 - 50:00), les joueurs se retrouvent dans une situation de blocage car ils n’ont plus suffisamment de cartes « 1 unité » pour pouvoir donner le nombre exact de points au banquier. Anaïs incite alors le banquier à rendre la monnaie aux joueurs pour qu’ils puissent continuer à jouer leur partie et aux joueurs à ne pas donner le nombre exact de points au banquier. Cette modification est en cohérence avec ses analyses mathématiques (SC 5 – 1:16:04 - 1:18:17) et sa représentation de la tâche prescrite. Cet extrait (43:57 - 50:00) est rediscuté lors de la séance 5 par Valentine, l’enseignante qui a observé ce groupe d’élèves, et qui a relevé ce moment comme étant un moment clé de la leçon.

> SC 5 - 2:01:10 - 2:02:30
> Valentine : et puis après à un autre moment, Anaïs est intervenue, donc le banquier est bloqué, il peut pas faire d'échanges puisqu'il lui reste huit unités. Il lui en faut dix pour faire un échange. Quand il est allé regarder chez les autres, et bien, Anaïs les a guidés pour dire toi, toi... et aucun n’en avait, donc, soit le jeu s'arrêtait, soit, tu as proposé quoi finalement ?
> Anaïs : j'ai dit on va... on est obligé de ne pas respecter les règles.
> Anaïs : et du coup, Jules, lui, il arrivait pas à dépasser ça. Il était tout le temps dans rendre la monnaie.
> Valentine : oui, tu leur as fait rendre la monnaie.
> Valentine : ce moment-là était embêtant quoi.
> Anaïs : ouais.
> Valentine : parce que là, qu'est-ce qu'on avait dit, le jeu s'arrêtait quand on est bloqués. Quand on est bloqués, il faut recommencer une partie.
> Anaïs : aussi, ouais.
> Valentine : on s'arrête là, la partie est terminée, vous comptez.
> Océane : il aurait fallu trouver un joueur qui avait assez d'argent.
> Valentine : non, c'est pas dans les règles non plus d'aller chercher chez les autres si ça peut jouer.

Dans la représentation de la tâche prescrite, Anaïs privilégie le jeu et son aspect réaliste, et le fait de faire jouer les élèves, plutôt que de leur faire effectuer des échanges. Ceci la conduit à modifier ouvertement la règle du jeu.

> SC 5 - 27:39 - 30:17
> Anaïs : Je pense qu'il faut vraiment jouer. Il y en a qui ont rejoué et c'est comme ça, il y a vraiment de quoi faire. Au stade où ils en sont, je pense qu'il tourne bien ce jeu car les échanges, ils ne savent pas encore tous faire. Mais ça, je le savais déjà avant qu'on joue, c'est pas encore compris pour beaucoup. [...]

Cette intervention d'Anaïs montre que l'aspect du jeu l’emporte sur l’enjeu mathématique de l’activité, même si elle voit l’enjeu d’apprentissage des échanges. Il y a une dialectique entre l'aspect du jeu et l'apprentissage mathématique visé, qui la conduit à faire ces choix.

Par ailleurs, Anaïs dit avoir repéré le problème dans la conception du jeu avant de faire la leçon.

> SC 5 - 27:39 - 30:17
> Anaïs : [...] j'ai déjà posé ce matin la question à Édith, il y a un truc qui me semble bizarre dans ce jeu, et puis je l'ai rencontré cette après-midi avec ce jeu, justement. Quand ils doivent donner exactement la somme [...] Avec les unités, il n'y avait pas assez d'unités, ça je veux pas [...] c'est pas possible certains étaient bloqués. Je m'étais déjà dit ça, et puis t'es sûr il doit donner exactement la même somme ou ils peuvent rendre. J'avais quand même le doute en refaisant le jeu et en réfléchissant encore. Et puis, ça ne jouait effectivement pas, car à un moment, ils ont fait leurs échanges et [...] aucun des élèves n'avaient assez d'unités.

Mais, elle n'a pas rajouté de cartes laissant ses élèves jouer et observant en direct le problème se produire. Elle décide alors de modifier les règles du jeu en rendant la monnaie plutôt que de leur faire recommencer une nouvelle partie.

Dans sa représentation de la tâche, Anaïs doit faire jouer ses élèves et les autorise à se rendre la monnaie. Dans son analyse mathématique de l'activité, elle croit rendre possible un apprentissage qu'en réalité elle ne permet pas. Tout l'enjeu se situe dans le fait d'observer lors des séances, si Anaïs se rend compte de cet écart entre sa représentation de la tâche et la tâche prescrite. Dans ce cas, elle pourrait faire évoluer son discours sur ses pratiques dans un premier temps et pourrait avoir une prise de conscience sur ses pratiques. Pour cette première leçon de recherche, comme il y a eu d'autres problèmes par rapport au jeu lui-même et au matériel proposé, elle n'a pas remis en question ses pratiques, même si une autre enseignante (Valentine) l'y a encouragée comme nous avons pu le voir. Le GLS a plutôt orienté vers les problèmes du jeu afin de pouvoir les dépasser lors de la leçon de recherche suivante. Une caractéristique des pratiques d'Anaïs est de privilégier l'aspect « jeu » à l'enjeu mathématique visé et cette caractéristique a influencé sa représentation de la tâche prescrite.

6.2.6 Analyse de la redéfinition

Dans sa redéfinition, Anaïs n'apporte pas de modification au matériel prévu dans la tâche prescrite même si elle dit avoir anticipé le problème du manque de cartes « 1 unité » (SC 5 - 27:39 - 30:17). Elle ne se donne pas la liberté et/ou les moyens d'y apporter des changements. De même, elle n'apporte pas de modification au niveau de la composition des groupes d'élèves : la tâche prescrite suggérait que l'enseignante détermine les groupes d'élèves à l'avance mais laissait une certaine liberté sur la composition des groupes, notamment sur leur homogénéité ou leur hétérogénéité. Plusieurs éventualités avaient été discutées (SC 4 -58:14 - 58:20 Stéphane : « donc c'est déterminé à l'avance et un peu au hasard. Je vous laisse, c'est à vous de décider », SC 5 - 33:25 - 33:32 Anne : « on avait laissé libre »). Elle ne se donne pas cette liberté qu'elle aurait prise hors du dispositif LS (SC 5 - 33:42 - 34:16 Anaïs : « j'aurais voulu des groupes homogènes en fait, j'aurais voulu essayer comme ça, si je le refais, je ferai comme ça »). La formulation dans le plan de leçon laissait volontairement un flou, ce qui a peut-être empêché Anaïs de faire comme elle voulait ? Il s'agit de la première leçon de recherche du GLS avec un certain effet de contrainte du GLS et du dispositif *lesson study*. Anaïs se sent sûrement comme une exécutante des décisions du GLS qui va enseigner la leçon préparée collectivement et dans ce contexte, il n'est pas simple d'oser prendre la liberté de s'éloigner du plan de leçon, sachant que cela pourra être discuté ensuite collectivement. Une autre intervention d'Anaïs illustre un effet du dispositif *lesson study*.

> SC 5 - 43:13 - 43:35
> Anaïs : non, pour ces feuilles *(la feuille à 3 colonnes)*, moi, je m'attendais, comme c'est vous qui faisiez, je m'attendais à ce que ce soit écrit unité, dizaine, centaine dessus et puis c'était pas. Je me suis dit ok c'est égal. Hein sur le moment, je me suis dit ... j'ai vu qu'ils notaient pas forcément (*inaudible*) moi, j'avais pensé ça comme ça.

Cette intervention montre qu'Anaïs « ne se sent que comme une exécutante des décisions du GLS » et cela montre un effet du dispositif sur ce qu'elle peut faire ou non pendant la leçon de recherche.

Pour conclure, Anaïs n'apporte pas de modifications à la tâche prescrite lors de sa redéfinition lorsqu'elle s'approprie, anticipe et prépare seule la leçon. Et pendant la leçon, elle réalise une tâche qui est proche de la tâche qu'elle se représente (avec le rendu de monnaie autorisé).

6.2.7 Synthèse par rapport au processus de modifications

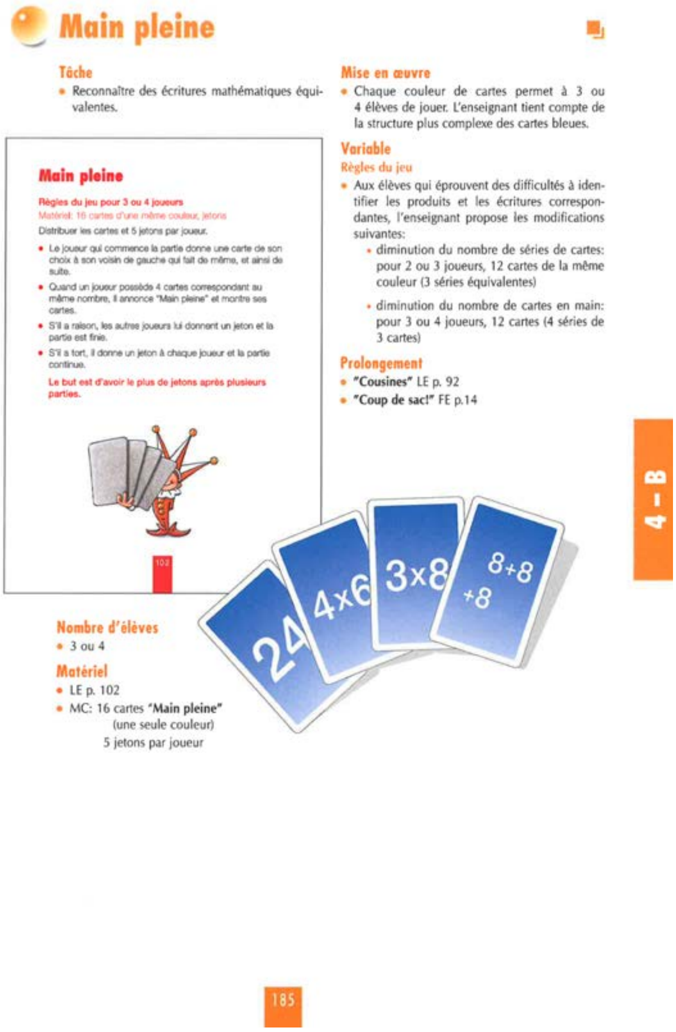
Anaïs apporte des modifications au niveau de la réalisation et de la représentation de la tâche prescrite, mais pas au niveau de la redéfinition (hormis pour la passation de la consigne). Elle reste conforme aux prescriptions qui émanent du GLS (plan de leçon : non-modification du matériel prévu et non-modification de la composition des groupes d'élèves). Le fait que l'activité ne soit pas mise en scène de façon adidactique révèle une représentation de la tâche prescrite éloignée de la tâche prescrite : les élèves doivent pouvoir continuer à jouer leur partie sans s'arrêter, même si l'enseignante doit intervenir et transformer les règles du jeu en s'éloignant de l'enjeu mathématique visé.

Le processus de modifications a pour source l'aspect du jeu qui intervient lors de la réalisation et de la représentation de la tâche prescrite. Comme elle n'a pas apporté de modifications au niveau de la redéfinition de la tâche, elle devra s'adapter et apporter des modifications lors de la réalisation de la tâche.

6.3 Leçon observée après le dispositif LS

6.3.1 Éléments de contexte

La leçon observée s'est déroulée en fin d'année scolaire en 5H et portait sur la multiplication. Anaïs précise, lors de l'échange informel qui suit la leçon, que cette leçon vise l'objectif de travailler la multiplication. Elle propose l'activité « Main pleine » (voir Figure 16), jeu de cartes dans lequel les élèves associent des cartes qui comportent différentes écritures additives et multiplicatives donnant un même résultat.



Main pleine

Tâche
- Reconnaître des écritures mathématiques équivalentes.

Main pleine

Règles du jeu pour 3 ou 4 joueurs
Matériel: 16 cartes d'une même couleur, jetons
Distribuer les cartes et 5 jetons par joueur.
- Le joueur qui commence la partie donne une carte de son choix à son voisin de gauche qui fait de même, et ainsi de suite.
- Quand un joueur possède 4 cartes correspondant au même nombre, il annonce "Main pleine" et montre ses cartes.
- S'il a raison, les autres joueurs lui donnent un jeton et la partie est finie.
- S'il a tort, il donne un jeton à chaque joueur et la partie continue.

Le but est d'avoir le plus de jetons après plusieurs parties.

102

Nombre d'élèves
- 3 ou 4

Matériel
- LE p. 102
- MC: 16 cartes "Main pleine" (une seule couleur)
5 jetons par joueur

Mise en œuvre
- Chaque couleur de cartes permet à 3 ou 4 élèves de jouer. L'enseignant tient compte de la structure plus complexe des cartes bleues.

Variable
Règles du jeu
- Aux élèves qui éprouvent des difficultés à identifier les produits et les écritures correspondantes, l'enseignant propose les modifications suivantes:
  - diminution du nombre de séries de cartes: pour 2 ou 3 joueurs, 12 cartes de la même couleur (3 séries équivalentes)
  - diminution du nombre de cartes en main: pour 3 ou 4 joueurs, 12 cartes (4 séries de 3 cartes)

Prolongement
- "Cousines" LE p. 92
- "Coup de sac!" FE p.14

185

Figure 16: Activité « Main pleine » (Danalet et al., 1998b, p. 185)

Anaïs a déjà travaillé la multiplication au cours de l'année scolaire. Elle enseigne d'abord la multiplication, son sens, ses différentes écritures, puis propose des problèmes multiplicatifs avant d'entraîner les tables de multiplication (en fin de 5H et en 6H). Elle met donc à disposition des élèves les tables de multiplication pour qu'ils puissent s'y référer pour résoudre les problèmes. Cela faisait longtemps qu’elle n’avait pas enseigné les multiplications car le collègue avec lequel elle partage sa classe prenait en charge cette partie du programme.

6.3.2 Analyse de la tâche prescrite

Quelques éléments de l’analyse a priori (développée dans l’annexe 44)

Les connaissances mathématiques travaillées sont

- la multiplication vue comme une addition itérée
- les propriétés d’associativité et de commutativité de la multiplication (utilisées dans les écritures multiplicatives des cartes bleues)

Chaque joueur a 5 jetons et 4 ou 5 cartes au début de la partie. À chaque tour, chaque joueur donne une carte à son voisin de gauche. Le but est d’associer 4 cartes correspondant au même nombre. Quand un joueur y parvient, il dit main pleine, montre ses cartes. S’il a raison, les autres joueurs lui donnent un jeton et s’il a tort il donne un jeton à chaque joueur. Le gagnant du jeu est celui qui a le plus de jetons.

Le jeu présente un intérêt mathématique à la fin lorsqu’un élève dit main pleine et dévoile ses cartes. À ce moment, les élèves du groupe doivent vérifier si les 4 cartes de la série donnent le même résultat. L’intérêt mathématique se situe au niveau de la validation de la série des 4 cartes par les élèves du groupe. Le jeu peut ne pas présenter d’intérêt mathématique si un élève n’effectue pas les calculs indiqués sur les cartes et donne aléatoirement ses cartes à son voisin ou si la validation de la série n’est pas réalisée par les élèves du groupe.

La première variable didactique est le nombre de cartes par série. Dans le jeu, il y a 4 cartes par série. La deuxième variable didactique est le nombre de séries par jeu de cartes. La troisième variable didactique est le domaine numérique. La quatrième variable didactique est les écritures mathématiques inscrites sur les cartes. On peut choisir des écritures mathématiques qui font travailler les différentes écritures de la multiplication vues comme une addition itérée, la commutativité de la multiplication, la commutativité et l’associativité de la multiplication. Les cartes bleues font travailler les différentes écritures de la multiplication vues comme une addition itérée, la commutativité et l’associativité de la multiplication. Les cartes jaunes, rouges et vertes font travailler les différentes écritures de la multiplication vues comme une addition itérée.

6.3.2.1 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels explicités dans la tâche prescrite

Dans l'analyse *a priori* de l'activité « Main pleine », nous étudions les variables didactiques à disposition de l'enseignant qui impliquent des stratégies et des connaissances mathématiques différentes, et donc différentes activités possibles pour les élèves.

Cette activité a pour objectif de « reconnaître des écritures mathématiques équivalentes » (voir Figure 16). Le jeu de cartes bleues est plus complexe et pour les élèves en difficultés, l'enseignant peut réduire le nombre de séries de cartes dans une même couleur (3 au lieu de 4) ou le nombre de cartes par série (3 au lieu de 4). Aucune indication n'est donnée sur les aides à apporter pendant les moments de recherche ni sur la gestion des moments collectifs (prescription de la tâche, mise en commun, synthèse, institutionnalisation).

6.3.2.2 Analyse des connaissances mathématiques et gestes professionnels implicites dans la tâche prescrite

L'enseignant a la charge de décoder les connaissances mathématiques en jeu et de gérer le déroulement de la leçon : choix des jeux de cartes (couleurs avec niveau de difficulté), aides à apporter, mises en commun, synthèse, institutionnalisation.

Dans les règles du jeu, « quand un joueur a 4 cartes correspondant au même nombre, il annonce main pleine et il montre ses cartes ». Il n'est pas demandé à l'élève d'effectuer les calculs inscrits sur les cartes pour choisir les cartes à associer ensemble, mais il est précisé que le joueur doit avoir 4 cartes correspondant au même nombre. Pour trouver des cartes « correspondant au même nombre », les élèves peuvent effectuer les calculs inscrits sur les cartes ou chercher les produits dans les tables de multiplication ou faire appel à leur répertoire mémorisé.

L'enseignant peut choisir cette activité pour entraîner le répertoire mémorisé de la multiplication, pour entraîner les deux écritures additives liées à une multiplication, pour demander aux élèves d'effectuer les calculs des sommes et des produits.

6.3.3 Étude de la réalisation de la tâche

6.3.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00-0:23		installation		
0:23-4:33	collectif	présentation des cartes du jeu	Anaïs montre le jeu de cartes rouges et demande aux élèves d'observer les cartes Anaïs explique qu'il faut former des familles elle met à disposition une feuille avec toutes les tables de multiplication	Les élèves lisent ce qui est inscrit sur les cartes (32, 28...) et associent des cartes qui donnent le même résultat (4x8, 32, 16+16)
4:33-9:23	collectif	explication des règles du jeu	Anaïs lit les règles du jeu et fait une partie exemple avec 3 élèves (avec jetons et cartes) Le but est de former une famille de 4 cartes. Quand une famille est formée, l'élève annonce « Main pleine », si c'est juste, les autres joueurs lui donnent un jeton, si c'est faux, c'est l'inverse. On passe une carte à l'élève de gauche	Trois élèves jouent à une partie exemple avec l'enseignante, les autres observent Question d'un élève : en cas d'égalité de jetons à la fin du jeu, peut-on faire le jeu « pierre, feuille, ciseaux » pour déterminer le gagnant
9:23-12:39		installation	Anaïs place les élèves par groupe Installation et distribution du matériel	
12:39-29:30	groupe		- Anaïs circule dans les groupes, - vérifie le matériel - vérifie que les élèves commencent à jouer - vérifie les débuts de famille des élèves (2 ou 3 cartes qui donnent le même résultat)	Les élèves jouent
29:30-32:55	groupe		Anaïs circule dans les groupes - vérifie les familles des élèves - demande le gagnant dans chaque groupe - distribue une feuille avec 4 problèmes additifs ou multiplicatifs (que les élèves ont déjà faits) et une fiche d'institutionnalisation de la multiplication	Les élèves jouent
32:55 – 37:15	collectif	installation	Anaïs demande aux élèves de lire les feuilles distribuées	Les élèves retournent à leur place, lisent les feuilles
37:15 - 42:14	collectif		Anaïs demande dans quels cas on peut faire une multiplication et dans quels cas on peut faire une addition ? Pourquoi 2 des 4 problèmes ne peuvent pas se résoudre par une multiplication	Les élèves expliquent pour chacun des 4 problèmes, s'ils ont fait une multiplication ou une addition

			et lesquels ?	
42:14 – 46:38	collectif		Anaïs commente et pose des questions sur la fiche d'institutionnalisation de la multiplication	les élèves lisent à voix haute la fiche d'institutionnalisation de la multiplication
			Fin de la leçon	

Tableau 22 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

Lors de la première partie de la leçon (0:00-32:55), Anaïs prescrit l'activité « Main pleine » dans laquelle les élèves associent des cartes qui comportent différentes écritures additives et multiplicatives donnant le même résultat. Les élèves jouent par groupe de 3 ou 4 élèves avec un jeu d'une couleur. Après quelques tours, elle leur propose un jeu de cartes d'une autre couleur. Elle aide individuellement les élèves et vérifie leurs associations de cartes. Elle ne propose pas de moment collectif à la suite du jeu, ni de mise en commun, ni de synthèse, ni d'institutionnalisation à partir de cette activité. En revanche, elle reprend quatre problèmes qui ont été enseignés auparavant par un autre enseignant et effectue une synthèse dont l'objectif est de déterminer des caractéristiques des problèmes multiplicatifs et additifs (dans quels cas un problème peut se résoudre avec une addition ou avec une multiplication). Ensuite, elle distribue une fiche d'institutionnalisation sur la multiplication avec une définition (addition itérée), le signe fois (×), le vocabulaire (produit) et la propriété de commutativité. Cette fiche constitue une institutionnalisation qui est effectuée suite à l'activité « Main pleine » et aux quatre problèmes, mais aucun lien explicite n'est fait entre la fiche d'institutionnalisation et les activités. Nous avons codé ces deux moments en synthèse et en institutionnalisation car les mêmes connaissances en jeu sont travaillées.

6.3.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Pendant la leçon, les moments de prescription de la tâche, de synthèse et d'institutionnalisation sont en collectif. Le moment de recherche est en groupe (51% du temps). Pendant les moments d'installation, de mise en place, de distribution des fiches, Anaïs demande aux élèves de lire les fiches individuellement (9% du temps).

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=500)
TRACOL	en collectif	40
TRAGPE	en groupe	51
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	9

Tableau 23 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon après LS dans la classe d'Anaïs

Anaïs intervient pendant 81% du temps et les élèves interviennent pendant 17% du temps, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'Anaïs n'a pas effectué de mise en commun suite à l'activité « Main pleine ». Les rappels à l'ordre sont nombreux et servent à rétablir une posture d'écoute ainsi qu'à mettre les élèves en posture de travail.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Anaïs RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	81 11
PAR	Interventions des élèves	17
	Autre (installation des élèves, rangement du matériel...)	2
Total	Total	100 (N=500)

Tableau 24 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon après LS dans la classe d'Anaïs

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue de l'enseignante pour ses élèves

Anaïs attend de ses élèves qu'ils associent quatre cartes qui donnent le même résultat en cherchant les produits dans les tables de multiplication. Elle attend qu'ils vérifient entre eux si les quatre cartes d'une même série donnent le même résultat.

Tâches prescrites par Anaïs

Anaïs demande aux élèves de faire des familles de quatre cartes « qui vont ensemble » et de regarder les produits dans les tables de multiplication.

> 3:06 - 3:18 oui. Il y a des plus, il y a des fois. Il y a des nombres. Ok. Vous en avez trouvé trois qui vont ensemble. Il y en a encore une qui pourrait aller avec.
> 3:43 – 4:02 […] Là, on a une famille. Vous avez raison. Donc vous avez pu deviner qu'il s'agit d'un jeu de famille. Donc il y a différentes familles qui existent, tac tac tac. Si je ne sais pas combien ça fait. Où est-ce que je peux consulter la réponse ?
> 4:21-4:33 [...] Donc c'est effectivement un jeu des familles, donc vous avez compris le principe. […]
> 5:21 - 7:01 [...] Dès que j'ai une famille, je dis « main pleine ». [...]

Elle lit les règles du jeu dans le livre du maître (voir Figure 16). Nous voyons qu'il y a un décalage entre la tâche attendue d'Anaïs pour ses élèves qui se place dans un registre mathématique, c'est-à-dire travailler la multiplication en respectant les règles du jeu et la tâche qu'elle leur prescrit qui se situe davantage dans un registre du jeu.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Anaïs apporte des aides personnelles pendant les moments de recherche en groupe sans réduire ses exigences mathématiques. Ses élèves sont en cours d'apprentissage des tables de multiplication, elle leur propose de se référer aux tables lorsqu'ils en ont besoin. Pour les aider, elle leur demande de traduire en multiplication une addition itérée (17:29-17:52 « un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept. (*Anaïs compte le nombre de termes d'une addition*) Ça fait quoi comme calcul ? C'est quoi le calcul avec fois ? Si on mettait une multiplication ? […]). Pour les aides personnelles, elle demande aux élèves de compter le nombre de termes dans l'addition pour identifier les facteurs du produit puis de se référer aux tables de multiplication pour trouver les produits.

> 21:25 -21:51 Anaïs : (*à Yacinthe*) il est où ton début de famille ? Dis-moi lesquelles tu penses ? cartes vont ensemble à ton avis ? Un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit. Ça serait quoi en fois ça ? (*Anaïs compte sur la carte de Yacinthe*). Ça donnerait quoi ? Il y a combien de fois quatre là ?
> Yacinthe : huit fois.
> Anaïs : alors c'est quoi le calcul ? Ça donnerait ? Huit...
> Yacinthe : huit fois quatre.
> Anaïs : regarde combien ça fait huit fois quatre ? (*Anaïs montre la table de multiplication*). C'est juste ?

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	6 (N= 21)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	0
AIDP1 AIDC1	Aide collective ou aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0 0

Tableau 25 : Les aides de l'enseignante pour la leçon après LS dans la classe d'Anaïs

Anaïs n'effectue pas d'aide collective.

i. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	43 (N= 292)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	2
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	20
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	3
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	8
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	10

Tableau 26 : Moment de recherche pour la leçon après LS dans la classe d'Anaïs

Les élèves sont en recherche pendant 43% du temps de travail, quand ils jouent à l'activité « Main pleine » en groupe de 3 ou 4 élèves. Anaïs circule entre les groupes d'élèves sans leur demander d'expliciter leur activité (pendant 2% du temps), par exemple :

> 22:16 – 22:34 est-ce que tu as un début de famille ? Alors, continue. Allez, vous y êtes presque. (*Anaïs s'en va*).
> (*À Gaelien*) je peux voir ta famille ou elles sont déjà défaites. C'était juste ?

Avec la question « c'était juste », les élèves du groupe doivent se remémorer s'ils étaient d'accord ou non avec l'association de cartes proposées par Gaelien lors de la partie précédente. La question porte sur des aspects du jeu (validation faite par le groupe d'élèves) et non sur des aspects mathématiques car elle n'a plus accès aux cartes concernées.

Anaïs effectue pendant 20% du temps de travail une lecture en acte de l'activité des élèves en leur demandant de montrer les cartes qu'ils ont associées ensemble. La validation se fait par Anaïs (par exemple, 15:47-15:55 et 18:31-18:36 « est-ce qu'il y en a qui ont déjà un début de famille que je puisse voir si c'est juste ? ») et/ou par le groupe d'élèves lorsque qu'un élève a fini (16:45 - 17:02 « vous êtes d'accord avec sa famille ? Je vais quand même voir ce que j'en pense. Un, deux, trois quatre, cinq, six... On regarde ensemble ? Ta famille ? Ça, c'est quoi ? Expliquez-moi »). Elle demande aux élèves d'expliquer leurs réponses (3% du temps) pour la validation (par exemple, 23:57 - 24:06 « Donc, on en a déjà deux qui vont ensemble. Tu sais combien ça fait ? », 29:10 - 29:19 « on va vérifier si six fois trois, ça fait quinze. Vous avez vérifié ? »).

Il n'y a pas de procédures à mettre en oeuvre dans cette activité. Les élèves ont accès aux tables de multiplication pour connaître les produits et additionnent les termes pour connaître les sommes. Anaïs ne leur demande pas d'expliciter leurs procédures mais de vérifier les produits qu'ils ont trouvés par rapport à la table de multiplication.

ii. Synthèse-institutionnalisation

Suite à l'activité « Main pleine », Anaïs organise une synthèse d'une autre activité (quatre problèmes additifs ou multiplicatifs) enseignée auparavant par le deuxième enseignant qui partage la classe avec elle. Elle sollicite alors la mémoire des élèves pour relever les caractéristiques et les différences entre ces quatre problèmes multiplicatifs et additifs. Elle demande d'abord d'identifier lesquels se résolvaient avec une multiplication ou une addition (37:44-39:31 […] « Vous vous rappelez quand, dans quel cas est-ce qu'on peut faire une multiplication ? Dans quel cas on peut, on doit en rester à une addition ? »), puis de le justifier (37:44-39:31 […] « Les deux situations A et D nous permettaient de faire une multiplication.

[…] Je vous laisse chercher, essayez de vous souvenir pourquoi ? Relisez les problèmes, vous allez retrouver. […] Pourquoi est-ce que je ne peux pas faire de multiplication dans la situation B, dans la situation C ? Pourquoi je peux faire une multiplication dans la situation A, dans la situation D ? »). Elle introduit ensuite une fiche d'institutionnalisation sur la multiplication en disant que cela explique ce qui a été dit lors du moment de synthèse (42:14 - 42:33 « Ça explique ce que vous venez de me dire hein. C'est juste un petit rappel »). Elle n'explicite pas les liens entre l'activité « Main pleine », les quatre problèmes et la fiche d'institutionnalisation. Elle réalise un lien avec une autre activité avec des « plaques de chocolat ».

> 44:48 - 45:04 (*à la classe*) et bah voilà. Simplement c'est pas tout à fait la même histoire. C'est ce qu'on a vu, ça revient au même. Le calcul. Mais l'histoire, le dessin n'est pas tout à fait le même. On est d'accord. Comme les plaques de chocolat. On les a pas mises du même sens. C'est un petit peu différent. Question ?

Cette institutionnalisation est donnée après plusieurs activités sur la multiplication, elle est donc en lien avec les activités précédentes d'un point de vue des connaissances mathématiques en jeu, mais il reste à la charge de l'élève de faire ces liens. Ainsi, nous ne considérons pas que cette fiche d'institutionnalisation distribuée aux élèves avec la gestion qu'en a faite l'enseignante participe à un processus d'institutionnalisation de l'activité « Main pleine », ni même de la deuxième activité (des quatre problèmes).

6.3.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

6.3.4.1 Terminologie

Dans la leçon, Anaïs introduit le terme de « famille » lorsque quatre cartes correspondent au même nombre. Lors de la prescription de la tâche, elle demande aux élèves de faire des familles avec des cartes « qui vont ensemble », leur dit que c'est un jeu de familles et fait un exemple de famille. Elle s'est peut-être référée aux Balises (voir Annexe 43) qui mentionnent également cette activité comme étant un jeu « de type jeu des familles ». Pendant le moment de recherche, elle emploie la terminologie de « famille », de cartes « qui vont ensemble » et ne se réfère plus au fait que les calculs sur les cartes doivent donner le même résultat. Pendant tout le début de la leçon (00:00-37:15), ses interventions se situent dans le registre du jeu et des règles du jeu. Pendant ce début de leçon, elle n'emploie pas de termes liés aux mathématiques (égalité, équivalence, différentes écritures...) hormis pour la lecture de la consigne « cartes correspondant au même nombre ». Dans le Tableau 27, nous avons relevé les termes employés pendant la leçon (indifféremment par l'enseignante ou les élèves) en prenant en compte la synthèse et l'institutionnalisation, afin de mettre en évidence la prédominance des termes qui relève du registre du jeu.

Termes	Nombre d'occurrences (Anaïs et élèves) pendant toute la leçon
Registre du jeu	244
carte(s)	79
famille(s)	49
jeton(s)	48
jouer (conjugué) / joueur(s)	28
main pleine	16
jeu(x)	13
gagné / gagnant	11
Registre des mathématiques	177
fois	62
multiplication(s)	32
plus (dans le sens additif)	29
nombre(s)	14
math	12
calcul(s) / calculer / calculés	10
produit	4
signe	3
égal(e) / égalité	3
addition	3
ajouter / ajouté	2
chiffres	1
somme	1
soustraction	1

Tableau 27 : Nombre d'occurrences des termes des registres du jeu et des mathématiques – leçon après LS dans la classe d'Anaïs

6.3.4.2 Règles du jeu

Anaïs précise lors du jeu que les élèves doivent cacher leurs cartes et être discrets avec leurs cartes. En effet, chaque joueur doit à chaque tour donner une carte qu'il ne veut plus à son voisin et conserver celles qu'il veut associer ensemble pour former une série de quatre cartes. Il y a donc un intérêt dans le jeu à ne pas dévoiler ses cartes. Mais, les intérêts du jeu s'opposent aux apprentissages mathématiques car les élèves peuvent donner à leur voisin une carte qu'ils auraient dû garder, par exemple s'ils ont fait une erreur de calcul dans une somme ou un produit. Anaïs renforce ainsi l'aspect du jeu au détriment de l'aspect mathématique par ses interventions sur le fait de ne pas montrer ses cartes. Pour s'assurer d'une activité mathématique a minima, elle demande à chaque élève de lui montrer un début de série de cartes, au moins deux cartes donnant le même résultat. Certains élèves n'y parviennent pas, la part de hasard du jeu peut en être la cause ou les erreurs de calcul ou de lecture dans la table de multiplication.

Anaïs rajoute aussi des règles qui présentent un aspect ludique : un élève est désigné pour distribuer les cartes au début de la partie et pour compter un, deux, trois à chaque tour avant que chaque élève donne une carte à son voisin. Un élève propose de jouer à « pierre, feuille, ciseaux » pour départager les cas d'ex aequo en fin de partie. Elle accepte cette proposition qui présente aussi un aspect ludique et la rajoute aux règles du jeu.
Anaïs fait une modification par rapport au matériel car elle met à disposition des élèves les tables de multiplication pour cette activité.

6.3.5 Analyse de la représentation

Dans sa représentation de la tâche prescrite, les élèves établissent des familles de cartes « qui vont ensemble » et pour cela ils peuvent se référer aux tables de multiplication. Dans son analyse mathématique de l'activité, Anaïs ne tient pas en compte la particularité du jeu de cartes bleues ayant une « structure plus complexe » (voir Figure 16). Selon elle, les jeux de cartes de couleurs différentes ont des nombres différents sans autre particularité. Or les cartes rouges, jaunes et vertes font travailler les différentes écritures de la multiplication vues comme une addition itérée et les cartes bleues utilisent en plus les propriétés des multiplications (voir 6.3.2).
Ainsi, ses analyses mathématiques de l'activité sont incomplètes et l'importance donnée à l'aspect du jeu influe sur sa représentation de la tâche prescrite.

6.3.6 Analyse de la redéfinition

Anaïs propose l'activité « Main pleine » pour travailler la multiplication, mais elle redéfinit une nouvelle tâche dans laquelle elle modifie la tâche prescrite par rapport à la terminologie employée et aux règles du jeu. Dans sa redéfinition de la tâche, elle met en avant les aspects du jeu par rapport aux apprentissages mathématiques. Ces apprentissages sont laissés à la charge des élèves qui doivent faire les liens entre l'activité « Main pleine » et la fiche d'institutionnalisation sur la multiplication proposée en fin de leçon. Elle n'organise ni moment collectif (hormis pour la passation de la consigne), ni mise en commun, ni synthèse sur les apprentissages mathématiques par rapport à l'activité « Main pleine ».

6.3.7 Synthèse par rapport au processus de modifications

Anaïs apporte des modifications à la terminologie en se référant à un jeu de famille et des modifications aux règles du jeu. Ces modifications ont pour objectif de rendre encore davantage ludique l'activité proposée, mais celles-ci ne participent pas à atteindre les

apprentissages visés comme nous l'avons vu. Elle doit alors intervenir de manière individuelle auprès de chaque joueur pour s'assurer d'une activité mathématique a minima.
Le processus de modifications de la tâche prescrite a pour source l'aspect du jeu et cette source intervient aux niveaux :

- de la représentation de la tâche prescrite par son association avec un jeu de famille
- de la redéfinition par rapport à la terminologie employée et aux règles du jeu
- de la réalisation de la tâche par sa prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon avec l'ajout de règle qui présente uniquement un aspect ludique.

Ce chapitre 6 nous a permis d'identifier des caractéristiques des pratiques d'Anaïs à partir de ces trois leçons. Ces analyses descriptives appuyées par une analyse des interventions d'Anaïs pendant les séances nous permettront dans le chapitre 9 de caractériser les composantes de ses pratiques puis de catégoriser ses pratiques en i-genre et niveau de développement. Ce chapitre 6 a permis également d'analyser le processus de modifications de la tâche prescrite ainsi que les sources qui l'ont initiée pour chacune de ces trois leçons.
Nous allons procéder de manière analogue dans le chapitre 7[36] pour analyser les pratiques d'une deuxième enseignante : Océane.

[36] Nous avons repris des éléments du cadre théorique (chapitre 2), de notre méthodologie (chapitre 5) et de l'analyse des pratiques d'Océane et de leurs évolutions (chapitres 7 et 10) dans un article en anglais (Batteau, 2017).

Chapitre 7. Dans le cas d'Océane

Nous avons observé quatre leçons dans la classe d'Océane, dont une leçon qui s'est déroulée en deux séances. Il n'y a pas de continuité des sujets mathématiques abordés lors de ces quatre leçons. Nous précisons que chaque leçon observée est de même nature avec une activité proposée suivie d'une recherche des élèves sur l'activité.

	Leçon observée	Date	Sujet mathématique	Activité mathématique
Avant le dispositif LS		08/10/2013	Numération	« La face cachée » (6H)
Pendant le dispositif LS	Leçon hors dispositif pendant le cycle *a*	02/12/2013	Numération	« Un drôle de jeu de l'oie... » (6H)
	Leçon de recherche phase 1 du cycle *b*	07/05/2014	Géométrie	« Dans l'aquarium » (6H)
	Leçon de recherche phase 2 du cycle *b*	08/05/2014	Géométrie	« Dans l'aquarium » (6H)
	Océane a changé de bâtiment scolaire			
Après le dispositif LS		28/04/2016	Résolution de problème	« Plions» (5H)

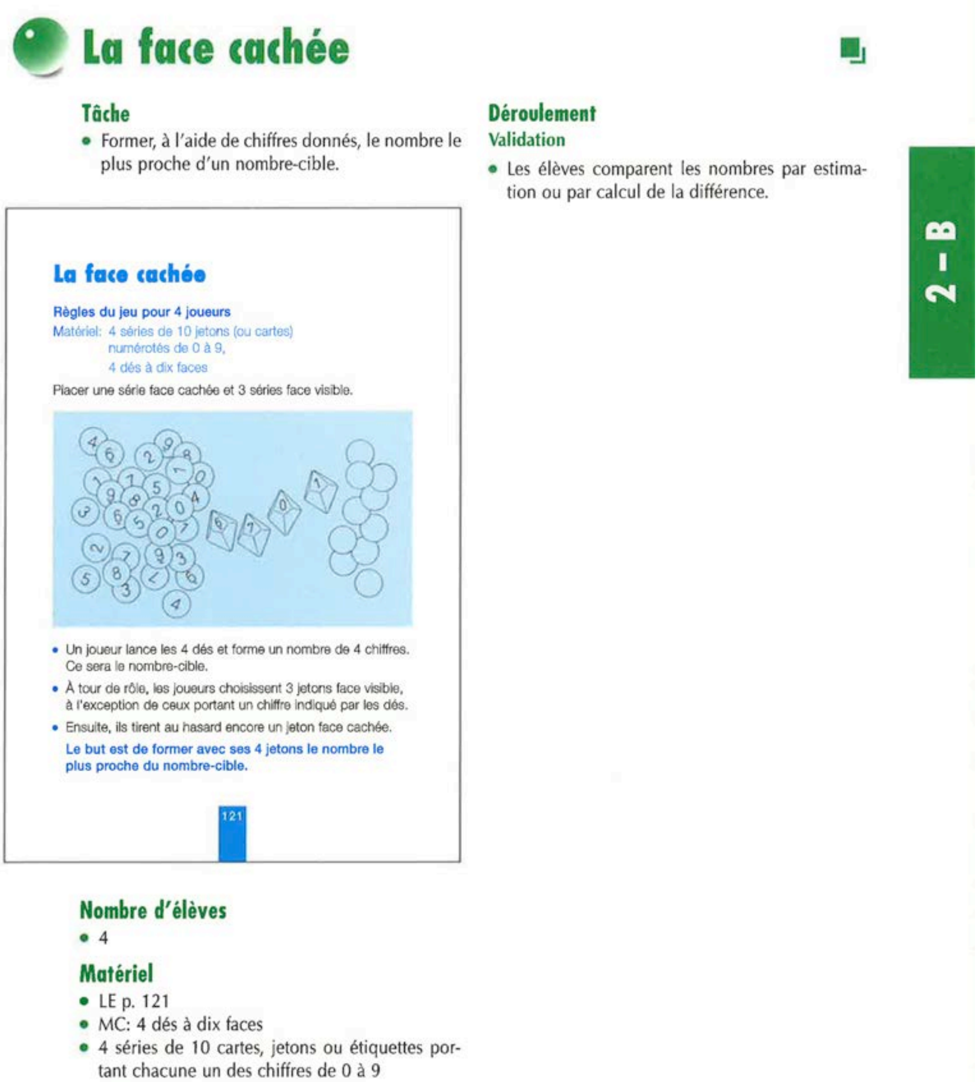
Tableau 28 : Leçons observées dans la classe d'Océane

Nous analysons successivement chaque leçon observée. Les analyses de la leçon observée avant le dispositif LS, appuyées par les interventions d'Océane en séances collectives, nous permettrons de relever des caractéristiques de ses pratiques ordinaires. Les analyses de chaque leçon se structurent de la manière suivante : nous commençons par donner des éléments de contexte, puis nous effectuons une analyse *a priori* de la tâche prescrite en distinguant les connaissances mathématiques et gestes professionnels explicités et ceux laissés à la charge de l'enseignante. Ensuite, nous effectuons une analyse *a posteriori* de la tâche réalisée en détaillant son déroulement et les activités proposées aux élèves. À partir de ces analyses, nous recherchons les modifications que l'enseignante a effectuées entre les tâches prescrite et réalisée. Puis, nous analysons la représentation et la redéfinition de la tâche par l'enseignante. Nous terminons chaque partie (7.1, 7.2, 7.3 et 7.4) par une synthèse sur le processus de modifications mis en œuvre par Océane pendant la leçon.

7.1 Leçon observée avant le dispositif LS

7.1.1 Éléments de contexte

La leçon[37] se déroule en début d'année scolaire sur le thème de la numération. Elle propose à ses élèves deux activités de numération « La face cachée » (voir Figure 17) et « Altitude 1111 » (voir Annexe 10) organisées dans deux ateliers[38].



La face cachée

Tâche
- Former, à l'aide de chiffres donnés, le nombre le plus proche d'un nombre-cible.

La face cachée

Règles du jeu pour 4 joueurs
Matériel: 4 séries de 10 jetons (ou cartes) numérotés de 0 à 9,
4 dés à dix faces

Placer une série face cachée et 3 séries face visible.

- Un joueur lance les 4 dés et forme un nombre de 4 chiffres. Ce sera le nombre-cible.
- À tour de rôle, les joueurs choisissent 3 jetons face visible, à l'exception de ceux portant un chiffre indiqué par les dés.
- Ensuite, ils tirent au hasard encore un jeton face cachée.

Le but est de former avec ses 4 jetons le nombre le plus proche du nombre-cible.

121

Nombre d'élèves
- 4

Matériel
- LE p. 121
- MC: 4 dés à dix faces
- 4 séries de 10 cartes, jetons ou étiquettes portant chacune un des chiffres de 0 à 9

Déroulement
Validation
- Les élèves comparent les nombres par estimation ou par calcul de la différence.

2 – B

Figure 17: Activité « La face cachée » (Danalet, Dumas, Studer & Villars-Kneubühler, 1999, p. 95)

Océane dit organiser la séance en ateliers par manque de matériel pour la classe complète. Ses élèves connaissent l'activité « Altitude 1111 » et sont laissés en autonomie sur cette activité pendant toute la séance.

[37] La leçon observée en mathématique s'étale sur deux périodes de 45 minutes. Nous analysons la première période d'enseignement qui s'est terminée au bout de 58 minutes. Elle propose ensuite un travail sur fiche à tous les élèves jusqu'à la fin de la deuxième période. Les élèves travaillent individuellement et elle passe dans les rangs en répondant à leurs questions.

[38] Océane propose une modalité de travail en « atelier » dans lequel elle intervient uniquement auprès des élèves d'un atelier, les élèves de l'autre atelier sont laissés en autonomie pendant toute la séance.

Nous avons choisi d'analyser ses pratiques lors du travail autour de l'activité « La face cachée » car toutes les interventions de l'enseignante et les mises en commun concernent uniquement cette activité. Lors de l'échange informel, elle dit enseigner cette activité pour la première fois bien qu'elle fasse partie de la progression commune qu'elle suit pour la numération et les problèmes.

7.1.2 Analyse de la tâche prescrite

Quelques éléments de l'analyse a priori (développée dans l'annexe 9)

Dans l'activité « La face cachée », les élèves jouent par groupe de quatre. Ils disposent de quatre dés à dix faces et de quatre séries de dix jetons numérotés de 0 à 9 : trois séries sont visibles et une série est cachée. Un joueur du groupe lance les quatre dés et forme un nombre composé des quatre chiffres, c'est le nombre cible du groupe. À tour de rôle, les joueurs choisissent trois jetons face visible à l'exception des quatre chiffres indiqués par les dés.

Il y a deux interprétations possibles, soit les joueurs tirent à tour de rôle un jeton, jusqu'à en avoir trois chacun, soit les joueurs tirent à tour de rôle trois jetons simultanément. Ensuite, ils tirent au hasard un jeton face cachée.

Le but du jeu est de former avec ses quatre jetons le nombre le plus proche du nombre cible. Il y a deux interprétations possibles à ce jeu : soit les élèves choisissent les trois jetons, chiffre par chiffre pour pouvoir former le nombre le plus proche du nombre cible, il faut dans ce cas choisir le chiffre du rang le plus élevé du nombre (les milliers), cette interprétation fait travailler principalement l'aspect positionnel de la numération. Soit les élèves forment le nombre le plus proche du nombre cible, une fois que les quatre jetons ont été choisis. Le fait de pouvoir choisir trois jetons face visible et un jeton face cachée induit la première interprétation mais la formulation du but du jeu induit plutôt la deuxième interprétation. Les concepteurs du jeu rendent les deux interprétations possibles. La première favorise l'aspect positionnel de la numération, la deuxième favorise l'aspect calcul et la recherche de stratégies. L'analyse *a priori* tient compte de ces deux interprétations possibles du jeu et met en évidence que les changements de valeurs des variables didactiques privilégient la première ou la deuxième interprétation du jeu.

Dans cette activité, il faut « former, à l'aide de chiffres donnés le nombre le plus proche d'un nombre cible » (Danalet et al., 1999, p. 76). Cette activité « fait intervenir le calcul réfléchi pour déterminer les différentes approximations possibles » (p. 80). Les commentaires du livre du maître privilégient la deuxième interprétation du jeu.

Dans cette activité, un joueur lance les quatre dés et forme un nombre cible compris entre 0 et 9999. Puis, chaque joueur choisit trois jetons face visible (avec des chiffres différents de ceux du nombre cible) et un jeton face cachée. Avec les chiffres indiqués sur les quatre jetons, chaque joueur doit former un nombre le plus proche possible du nombre cible.
Cette tâche comporte trois phases

- phase 0 : un joueur lance les quatre dés et forme un nombre cible avec ces quatre chiffres
- phase 1 : tirer quatre jetons (avec une partie aléatoire pour le tirage du jeton face cachée)
- phase 2 : former un nombre à quatre chiffres pour qu'il soit le plus proche possible du nombre cible

Nous allons présenter succinctement quatre stratégies possibles. Une première stratégie consiste à déterminer le plus petit entier supérieur au nombre cible et le plus grand entier inférieur au nombre cible, ne comportant aucun chiffre du nombre cible. Ensuite, il faut calculer (ou estimer) la différence entre ces deux entiers et le nombre cible, l'entier qui a la plus petite différence est le nombre le plus proche du nombre cible. Dès que l'on a déterminé le nombre le plus proche du nombre cible, il faut tirer les trois jetons qui correspondent aux chiffres des milliers, centaines et dizaines, puis tirer un jeton face cachée.

Une deuxième stratégie consiste à déterminer le millier inférieur et le millier supérieur que l'on peut composer sans utiliser les chiffres du nombre cible. Pour le millier inférieur, il faut ensuite choisir les deux chiffres des centaines et dizaines les plus grands possible. Pour le millier supérieur, il faut ensuite choisir les deux chiffres des centaines et dizaines les plus petits possible. Il faut estimer lequel de ces deux entiers est le plus proche du nombre cible. Puis, il faut tirer les trois jetons face visible puis le quatrième jeton face cachée et déterminer le nombre le plus proche du nombre cible.

Une troisième stratégie consiste à tirer trois jetons face visible au hasard (en respectant la contrainte de prendre des chiffres différents du nombre cible), puis le jeton face cachée, ensuite à déterminer tous les nombres à quatre chiffres, à estimer (ou calculer) les différences avec le nombre cible et à choisir le nombre le plus proche.

Une quatrième stratégie consiste à prendre trois jetons face visible au hasard (en respectant la contrainte de prendre des chiffres différents du nombre cible), puis le jeton face cachée. Ensuite avec les quatre jetons, il faut déterminer le nombre supérieur et inférieur les plus proches du nombre cible, estimer (ou calculer) les deux différences avec le nombre cible et choisir le nombre qui a la plus petite différence avec le nombre cible.

Une première variable didactique est le nombre de dés. Le nombre de dés réduit ou augmente le domaine numérique du nombre cible. Une deuxième variable didactique est les chiffres indiqués sur les jetons. Une troisième variable didactique est le nombre de jetons à choisir face cachée et face visible, et l'ordre par lequel on tire les jetons face visible et face cachée. Une quatrième variable didactique est le fait de déterminer le nombre cible avant ou après avoir tiré les jetons. Cette variable didactique influe également sur les deux interprétations possibles du jeu.

Si on détermine le nombre cible après avoir tiré les quatre jetons, la phase 1 est aléatoire, il n'y a donc plus d'intérêt à disposer des jetons face visible et face cachée. L'activité se résume à la phase 2. La première interprétation du jeu n'est pas possible.
Si on détermine le nombre cible avant d'avoir tiré les quatre jetons (c'est le cas dans l'activité), les deux interprétations du jeu sont possibles, en privilégiant la première.

Une cinquième variable didactique est le fait d'imposer ou non la contrainte suivante : interdire de tirer des jetons face visible avec les chiffres du nombre cible.

Une sixième variable didactique est la correspondance entre le nombre de séries de dix jetons face visible et le nombre de joueurs. Dans l'activité, il y a trois séries de dix jetons face et quatre joueurs. Cette variable influe sur les différentes stratégies possibles.

7.1.2.1 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques explicités dans la tâche prescrite

La tâche prescrite correspond ici à l'activité mathématique et aux indications s'y référant dans le livre du maître. Cette activité consiste à « former, à l'aide de chiffres donnés le nombre le plus proche d'un nombre cible » (voir Figure 17). Le livre du maître donne des indications sur ce qui est attendu au niveau de l'activité des élèves : les élèves doivent faire « intervenir le calcul réfléchi pour déterminer les différentes approximations possibles » (p. 80) pendant les moments de recherche et ils « comparent les nombres par estimation ou par calcul de la différence » pour la validation (voir Figure 17).
En ce qui concerne les gestes professionnels, peu d'indications sont fournies à l'enseignante hormis le fait que la validation doit s'effectuer par les élèves.

En ce qui concerne les connaissances mathématiques, cette activité est un problème pour approcher le nombre et lui donner du sens.

7.1.2.2 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques implicites dans la tâche prescrite

L'enseignant a la charge de décoder les connaissances mathématiques en jeu, à savoir

- l'aspect positionnel et l'aspect décimal du système de numération
- la comparaison de nombres (pour déterminer quel est le nombre le plus proche du nombre donné)
- l'estimation ou le calcul d'une différence de deux nombres

Cette activité fait travailler également la mise en œuvre d'une démarche de résolution. Cette activité présente des règles du jeu complexes et est sujette à des interprétations variées. Quel choix de valeurs des variables didactiques Océane a-t-elle fait ? Comment les élèves ont-ils interprété le jeu ?

7.1.3 Analyse de la réalisation de la tâche

7.1.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00-0:03			Installation	
0:03-8:52	collectif	Collectif – passation de la consigne	Océane demande aux élèves de lire la consigne dans les groupes puis d'expliquer le jeu	Les élèves lisent silencieusement et individuellement la consigne (0:03-3:02) Les élèves doivent dire comment ils expliqueraient le jeu à quelqu'un (4:23-8:52)
8:52 – 12:13		Installation sous forme d'ateliers		Les élèves s'installent, prennent le matériel
12:13 – 26:09	ateliers	Atelier « La face cachée » Moment de recherche	Océane passe dans les 3 groupes de l'atelier « La face cachée ». Elle demande aux élèves de relire la consigne, vérifie s'ils ont bien mis le matériel en place, leur demande d'expliciter certains termes de la consigne « série », « face cachée ».	Les élèves commencent à jouer

26:09 - 37:56	collectif	Mise en commun	Moment collectif : chaque groupe (d'élèves qui jouent à « La face cachée ») explique son état d'avancement à toute la classe. Océane fait réexpliquer et réexplique les règles du jeu. Elle modifie les règles du jeu sous l'indication d'un élève (nombre cible déterminé après avoir tiré les 4 jetons). Elle demande aux élèves comment ils peuvent être sûrs que le nombre trouvé est le plus proche du nombre cible ?	Les élèves expliquent ce qu'ils font, ce qu'ils ont compris du jeu ils doivent trouver une procédure de validation pour être sûrs que le nombre trouvé est le plus proche du nombre cible.
37:56 - 53:46	ateliers	Moment de recherche	Océane passe de groupe en groupe dans l'atelier « La face cachée » et vérifie que les élèves respectent les règles du jeu.	Les élèves jouent avec les nouvelles règles : ils tirent d'abord 4 jetons et ensuite ils lancent les 4 dés pour former le nombre cible.
53:46 - 58:29	collectif	rangement	Océane conclut la leçon en disant que la prochaine fois, l'autre partie de la classe jouera à « la face cachée ».	
58:29- 1:15:21	Individuel		Océane intervient individuellement pour aider les élèves sur une fiche de mathématique.	Les élèves travaillent individuellement une fiche de mathématique.

Tableau 29: Descriptif du déroulement effectif de la leçon

7.1.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Océane organise la leçon en disposant ses élèves en groupes dans deux ateliers « La face cachée » et « Altitude 1111 ». Elle organise une mise en commun en collectif pour les deux ateliers car les élèves qui effectuent l'activité « Altitude 1111 » réaliseront « La face cachée » lors de la prochaine leçon. À part cette mise en commun en collectif, toutes ses interventions concernent uniquement les groupes d'élèves de l'atelier « La face cachée ».

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=403)
TRACOL	en collectif	42
TRAGPE	en groupe	0
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	58

Tableau 30 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane

Pendant la leçon, elle fait peu de rappels à l'ordre et ceux-ci servent à rétablir une posture d'écoute. Les élèves sont actifs et engagés dans l'activité, ils adhèrent à son projet.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Anaïs RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	63 4
PAR	Interventions des élèves	35
	Autre (installation des élèves, rangement du matériel...)	2
Total	Total	100 (N=403)

Tableau 31 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane

Océane intervient 63% du temps : cela peut s'expliquer par des règles du jeu complexes (avec des dés, des jetons faces visibles et faces cachées) et par le fait que c'est la première fois qu'elle enseigne cette activité, elle découvre les réactions des élèves vis-à-vis de cette activité.

ii. *Analyse du processus de dévolution*

Tâche prescrite par l'enseignante

Océane demande aux élèves de lire individuellement la consigne, puis d'imaginer ce qu'ils diraient s'ils devaient expliquer la consigne à un autre élève.

> 3:02 - 3:28 Océane : (*à la classe*) imaginez-vous si vous devez expliquer à quelqu'un ce jeu, qu'est-ce que vous voudriez lui expliquer ? Comment est-ce qu'on peut jouer à ce jeu ? Essayez déjà dans votre tête d'expliquer la consigne.

Puis, elle fait expliquer et reformuler la consigne par les élèves pendant 15% du temps de travail. Elle leur demande huit fois collectivement ou individuellement de relire la consigne. Le processus de dévolution se déroule à différents moments de la leçon : au début lors de la passation de la consigne, puis lors de la mise en commun lorsqu'elle va modifier les règles du jeu.

iii. *Aides apportées par l'enseignante*

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	23 (N=56)
AIDP1	Aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	0
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques	7 (N=27)
AIDC1	Aide collective avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 32 : Les aides de l'enseignante pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane

Océane apporte des aides personnelles et collectives sans réduire ses exigences mathématiques.

iv. Mise en commun des procédures des élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	20 (N=98)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	4
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	1 <1%
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	15

Tableau 33 : Mise en commun pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane

Océane effectue une mise en commun d'une part pour s'assurer que tous les élèves ont compris les règles du jeu et qu'ils peuvent commencer à jouer. Pendant cette mise en commun, elle modifie les règles du jeu suite à l'intervention d'un élève. D'autre part, elle demande aux élèves comment ils peuvent déterminer le nombre le plus proche du nombre cible parmi les nombres formés. Dans le passage ci-dessous, le nombre cible est 3621, l'élève Charles a formé le nombre 4189 et Elsa a formé le nombre 2466. Océane demande si Charles peut former un nombre plus proche de 3621 avec ces quatre chiffres 4-1-8-9, Charles utilise des estimations pour affirmer que ce n'est pas possible. Il utilise une procédure se rapprochant de la stratégie qui consiste à déterminer le millier inférieur et le millier supérieur que l'on peut composer sans utiliser les chiffres du nombre cible.

> 30:38-34:35 Charles : moi, je prends les trois qui sont ici. Plus un qui est caché, et puis, là, je pourrais former un nombre par exemple, moi, je forme quatre mille cent huitante-neuf. En fait, le but, à la fin que tout le monde a fait ça, on regarde qui est-ce qui a le nombre le plus près de trois mille six cent vingt et un.
> Océane : est-ce que c'est celui qui est le plus proche pour le moment tu penses ? Est-ce que tu pourrais mettre des jetons dans un autre sens pour qu'il soit plus proche encore le nombre ?
> (*Sur le plateau, il y a les quatre dés 3-6-2-1 et en dessous les quatre jetons 4-1-8-9. À côté, huit jetons face cachée et 22 jetons face visible*)
> Charles : je crois pas parce qu'en fait, si je mets mille quatre cent huitante-neuf, il y a deux nombres, ça échappe de deux milliers, et si je mets huit mille neuf cents je sais pas quoi, ben, ça dépasse.
> Océane : d'accord, je vais écouter aussi Élodie. […]

Dans ce passage, Charles effectue une procédure qui permet de choisir les quatre jetons pour former le nombre en estimant des différences, c'est-à-dire qu'il utilise la valeur positionnelle des chiffres et des ordres de grandeur. Lorsqu'il dit « si je mets huit mille neuf cents je sais pas quoi, ben, ça dépasse », les chiffres des dizaines et des unités ne sont pas utiles pour affirmer que ce nombre (8900) ne sera pas le nombre le plus proche du nombre cible (3621). Cette procédure fournit à Charles des critères de choix qui permettent de choisir les quatre jetons pour former un nombre le plus proche possible du nombre cible. Cette procédure est un moyen de comprendre comment choisir les jetons et comment former le nombre pour être le plus proche possible du nombre cible. Océane confirme le raisonnement de Charles mais donne la parole à une autre élève Élodie, sans reprendre cette procédure par estimation des différences.

La comparaison des nombres apparaît dans deux cas :

- Lorsque les élèves ont formé un nombre avec les quatre jetons, il faut soit calculer, soit estimer la différence pour valider qu'il s'agit bien du nombre le plus proche du nombre cible qu'ils peuvent former.
- Lorsque deux élèves (ici Charles et Élodie) proposent chacun un nombre, ils doivent comparer les différences avec le nombre cible pour trouver lequel des deux est le plus proche.

Puis, Océane demande d'autres procédures possibles : un élève propose de faire un calcul en énonçant un nombre moins un autre nombre. Elle valide cette proposition mais sans nommer le calcul en question ici, la soustraction, et sans expliciter davantage la procédure.

> 30:38-34:35 […]
> Élève : à mon avis, il faut faire un calcul.
> Océane : quoi comme calcul ?
> Élève : c'est quoi déjà le nombre, trois cents...
> Charles : trois mille six cent vingt et un.
> Élève : je crois voilà, par exemple, Élodie elle a mis comme ça, quatre mille deux cent soixante-six moins trois mille six cent vingt et un.
> Océane : voilà.
> Élève : et puis le nombre qui est le plus petit, c'est celui qui est le plus proche.
> Océane : voilà.
> Élève : c'est ce que je voulais dire.
> Océane : voilà, très bien. On laisse, d'accord. On va passer au troisième groupe. Sinon on n'aura plus le temps de continuer à jouer.

Lors de cette mise en commun, Océane valide les procédures des élèves par « voilà », « d'accord » mais ne les réexplique pas pour l'ensemble de la classe et n'explicite pas les connaissances mathématiques utilisées. Elle préfère continuer la mise en commun en laissant la parole aux trois groupes d'élèves successivement plutôt que d'expliciter les procédures possibles pour valider qu'un nombre est le plus proche du nombre cible avec des connaissances mathématiques (estimation de la différence, soustraction).

v. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	50 (N=223)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	2
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	13
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	10
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	17
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	8

Tableau 34 : Moment de recherche pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane

Les élèves sont en temps de recherche pendant 50% de la leçon. Océane passe de groupe en groupe dans l'atelier « La face cachée », relève des informations sur l'activité des élèves et fait expliciter les procédures.

Dans cette leçon, Océane n'a organisé ni synthèse ni institutionnalisation et il n'y a pas eu d'« exposition de connaissances mathématiques » non plus pour reprendre l'expression (Allard, 2015; Bridoux, Chappet-Paries, Grenier-Boley, Hache & Robert, 2015). Le travail en atelier ne semble pas propice à effectuer une synthèse et une institutionnalisation. Néanmoins, les élèves de l'atelier « Altitude 1111 » ont travaillé « la face cachée » la leçon suivante et nous ne savons pas si elle a effectué une institutionnalisation lors de cette leçon. Nos données ne nous permettent pas de savoir quels étaient les enjeux d'apprentissage de cette leçon selon elle.

7.1.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

7.1.4.1 Modifications des règles du jeu

La consigne précise « à tour de rôle, les joueurs choisissent trois jetons face visible, à l'exception de ceux portant un chiffre indiqué par les dés ». Selon Océane, la consigne laisse deux possibilités : soit chaque joueur prend les jetons trois par trois à tour de rôle, soit chaque joueur prend les jetons un par un à tour de rôle (35:31 - 36:23 [...] « Ça veut dire quoi chacun son tour ? Ça veut dire que chacun son tour prend les trois, ou chacun son tour prend un ? »). Il y a trois séries face visible et quatre joueurs. En admettant que les quatre joueurs suivent la même stratégie, le joueur qui choisira en dernier les chiffres sera pénalisé. Charles le lui fait remarquer (34:49 - 35:31), elle décide alors de modifier les règles du jeu selon la proposition de l'élève : de déterminer le nombre cible après avoir choisi les chiffres.

> 36:46 - 37:56 Charles : Maîtresse, ce qui serait bien, c'est qu'en fait, on fasse l'inverse. D'abord, on pioche les quatre jetons et ensuite, on lance les dés. Parce que si on sait déjà le nombre et puis qu'on prend tous les... qui correspondent ben c'est un peu de la triche.
> Océane : hum, mais, dans la consigne, c'est marqué avant. Mais, peut-être que effectivement en voyant ce jeu et puis en disant à tour de rôle, les premiers ils ont pris les bons nombres. Et puis, alors le dernier il est embêté. Puis, si on fait chaque fois un, ça va être la même chose de toute façon. Les trois premiers vont prendre le un, les trois premiers vont prendre le neuf, les trois premiers vont prendre le sept, est-ce qu'on pourrait pas faire justement le nombre cible après ? Ce serait plus équitable. [...]
> Océane : on réessaye avec ces règles-là. Vous choisissez d'abord les jetons et puis après, vous faites le nombre cible. D'accord ? Ce sera peut-être plus équitable effectivement.

Océane modifie les valeurs de la variable didactique « déterminer le nombre cible avant ou après avoir tiré les jetons » (voir 7.1.2). En déterminant le nombre cible après, le tirage des quatre jetons se fait au hasard et il n'y a plus d'intérêt à avoir des jetons face visible - face cachée. Il s'agit de déterminer le nombre le plus proche du nombre cible avec quatre jetons donnés et non de choisir trois jetons sur les quatre qui composent le nombre le plus proche du nombre cible. La part de hasard pour gagner est plus importante que lorsque le nombre cible est déterminé avant. Avec ce choix, seule la deuxième interprétation du jeu est possible (voir 7.1.2).
Elle modifie aussi la règle : « un joueur lance les quatre dés et forme un nombre de quatre chiffres. Ce sera le nombre cible » et désigne un élève pour le chiffre des milliers, un pour celui des centaines, un pour celui des dizaines et un pour celui des unités (48:56 - 49:22).

Océane modifie les valeurs des variables didactiques de l'activité, ce qui modifie la hiérarchie des stratégies et les connaissances mathématiques en jeu. Elle modifie les règles du jeu pour rendre le jeu plus « équitable » entre les élèves : ses motivations portent donc sur l'aspect social du jeu. Ces modifications dans le feu de l'action de la leçon sont motivées par des raisons d'organisation du jeu, mais ont des effets sur les aspects didactiques qui ne sont pas anticipés par l'enseignante.

7.1.4.2 Modification de la validation

Le livre du maître (p. 80) indique que l'activité « fait intervenir le calcul réfléchi pour déterminer les différentes approximations possibles » et que « les élèves comparent les nombres par estimation ou par calcul de la différence » pour la validation (voir Figure 17). Or, Océane n'explicite pas les connaissances mathématiques qui peuvent servir à la validation ni pendant la mise en commun ni pendant les moments de recherche, comme illustré dans le passage ci-dessous. Le nombre cible est 1615 et un élève doit former le nombre le plus proche possible de 1615 avec les quatre chiffres 3-7-3-1.

> 51:22 - 53:12 Océane : [...] Tu peux être plus proche que ça. *(L'élève a mis 1733).* Regardes, t'es d'accord ou bien ? Mille six cent quinze, mille sept cent trente-trois, c'est plus proche que sept mille et trois mille et quelques hein. *(Océane s'en va).*

Océane ne demande pas explicitement aux élèves d'employer des connaissances mathématiques (estimation des différences ou soustraction) pour la validation et elle ne fait pas non plus intervenir le calcul réfléchi pour déterminer les différentes approximations possibles. Elle apporte ainsi une modification au niveau de la validation.

7.1.5 Analyse de la représentation

Océane a une représentation en partie différente de la tâche prescrite en termes d'enjeu d'apprentissage. Dans sa représentation de la tâche, elle ne considère pas les stratégies pour former des nombres les plus proches possible du nombre cible et elle considère une seule stratégie avec des soustractions pour valider qu'un nombre est le plus proche du nombre cible. Lorsqu'un élève propose de faire une estimation de la différence, elle demande quelle est la seule stratégie qui permette de valider de façon certaine (30:38-34:35 « alors pour être sûr, qu'est-ce qu'on pourrait faire pour être sûr de savoir qui est le plus proche ? Il n'y a qu'une seule chose à faire »). Elle ne prend donc pas en compte qu'elle pourrait faire intervenir le calcul réfléchi pour déterminer différentes approximations. Elle ne prend en compte que la comparaison de nombres par calcul de la différence.

Cette activité se situe dans le Module 2 du livre du maître « Des problèmes pour approcher le nombre et lui donner du sens : donner du sens au nombre en l'utilisant comme outil efficace pour comparer, mémoriser, communiquer » (p. 75). Or, le calcul réfléchi pour déterminer différentes approximations et comparer les nombres par estimation permet de travailler l'aspect positionnel du système de numération. Même lorsqu'un élève, Charles, calcule les différences par estimation en utilisant le chiffre des milliers (30:38-34:35), Océane ne reprend pas cette procédure car elle ne correspond pas à sa représentation de la tâche prescrite. Elle ne s'appuie donc ni sur l'aspect positionnel de la numération pour la validation et ni sur le nombre comme outil efficace pour comparer, mémoriser et communiquer. Ainsi, il n'existe pas de stratégie de choix et de découverte (pour former le nombre le plus proche du nombre cible), mais uniquement une stratégie de validation très opératoire (par soustractions).

7.1.6 Analyse de la redéfinition

Pendant la réalisation de la tâche, Océane prend en compte l'activité des élèves, notamment lorsqu'elle intègre et reprend une suggestion de modification de règles du jeu par Charles. Elle redéfinit alors une nouvelle tâche pendant la réalisation, elle modifie la valeur de la variable didactique (le fait de déterminer le nombre cible avant ou après avoir tiré les jetons) en verbalisant l'impact de cette modification sur des aspects d'équité entre élèves par rapport au jeu mais sans prendre en compte son impact sur les stratégies et les apprentissages mathématiques.

Elle privilégie le fait que tous les élèves doivent avoir le temps de s'exprimer sur leur compréhension de la consigne et sur leurs procédures, puis qu'ils doivent avoir le temps de jouer plutôt que d'exposer les connaissances mathématiques en jeu dans l'activité (notamment pour la validation). Dans sa redéfinition de la tâche, la participation de tous les élèves est favorisée par rapport à l'exposition des connaissances mathématiques.

7.1.7 Synthèse sur le processus de modifications

Le processus de modifications de la tâche a pour source la prise en compte de l'activité des élèves par Océane. Cette source intervient pendant la réalisation de la tâche lorsqu'elle modifie les règles du jeu suite à l'intervention d'un élève.

Par ailleurs, Océane privilégie l'aspect du jeu et l'aspect social pendant la leçon au détriment de l'exposition des connaissances mathématiques. Mais, nous ne pouvons pas considérer que ces deux aspects initient le processus de modifications de la tâche prescrite car celle-ci donne peu d'éléments d'ordre mathématique et didactique. Ces deux aspects interviennent de manière dominante dans les interventions d'Océane. En effet, ses interventions concernent principalement la passation de la consigne et les règles du jeu (pendant la mise en commun et les moments de recherche), mais peu les connaissances mathématiques en jeu dans l'activité, qui sont seulement abordées pendant la mise en commun lorsqu'elle interroge les élèves pour les procédures de validation.

Océane apporte des modifications au niveau de la représentation et de la redéfinition de la tâche prescrite, celle-ci donnant insuffisamment d'indications d'ordre didactique et mathématique. En effet, l'enseignante dispose de peu d'éléments d'analyse de l'activité « La face cachée » dans les moyens d'enseignement. De plus, cette activité présente des règles complexes et est sujette à diverses interprétations qui mettent en jeu des connaissances mathématiques différentes. Par ailleurs, Océane n'a aucune expérience d'enseignement de cette activité, elle va donc faire des choix pendant la réalisation de la tâche, des choix guidés par des aspects d'équité entre élèves et d'organisation du jeu, sous la pression de l'activité des élèves. Ainsi, l'aspect social et l'aspect du jeu prennent le dessus sur les aspects didactiques : elle laisse la parole à chaque groupe d'élèves, elle ne prend pas en compte les procédures pour former et choisir le nombre le plus proche et elle favorise une seule procédure de validation.

7.2 Leçon hors dispositif du cycle *a*

Séance collective	Objectifs
1	Présentation du dispositif aux enseignants Identifier les sujets d’enseignement qui leur posent des difficultés d’enseignement, des difficultés pour les élèves
2	L’aspect décimal du système de numération : travail sur les erreurs des élèves et identification des difficultés des élèves (étape 1)
3	Choisir et travailler sur des activités qui font travailler l’aspect décimal de la numération (étape 1)
4	Planification de la leçon de recherche n° 1 (étape 2)
	Leçon de recherche n°1 (étape 3), enseignée par Anaïs
5	Analyses de la leçon de recherche n°1 (étape 4)
	Leçon hors dispositif du cycle *a*, enseignée par Océane
6	Replanification de la leçon de recherche n°2 (étape 2)
	Leçon de recherche n°2 (étape 3), enseignée par une autre enseignante (Édith)
7	Analyses de la leçon de recherche n°2 par l’un des deux facilitateurs (étape 4)
8	Analyses de la leçon de recherche n°2 par l’autre facilitateur (étape 4) et début du cycle b

Tableau 35 : Séances collectives du cycle a du dispositif LS

Les séances 1 à 4 ont été consacrées au travail sur l’aspect décimal de la numération avec la préparation d’une leçon de recherche. La séance 5 a permis au GLS d’échanger sur les problèmes rencontrés pendant cette première leçon. Les facilitateurs demandent alors aux enseignants d’enseigner cette leçon chacun dans leur classe en leur laissant la liberté de modifier l’activité mathématique ainsi que le plan de leçon afin de faire des essais et des adaptations en vue de la préparation de la deuxième leçon de recherche.

> SC 5 – 2:19:51 - 2:21:10
> Stéphane : vous pouvez tous la faire dans vos classes. [...]
> Océane : on joue avec les mêmes... on peut changer certaines choses.
> Anne : vous pouvez changer certaines choses.
> Stéphane : l'idée c'est que quand on arrive le 5 décembre, on peut discuter de tout ça, on a plein de pistes. Donc si vous voulez faire d'autres choses, des adaptations..., pourquoi pas.
> Anne : testez des trucs.
> Stéphane : tout ce que vous voulez.

Océane enseigne « Un drôle de jeu de l’oie... » dans ce cadre d’essais et d’adaptations. Nous analysons les modifications en distinguant celles en lien avec la demande des facilitateurs et celles que l’enseignant apporte à la tâche prescrite pour être en accord avec ses pratiques ordinaires.

7.2.1 Étude de la réalisation de la tâche

7.2.1.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00-1:30			Installation	
1:30-2:42	collectif		Océane demande aux élèves de lire la consigne dans les groupes	
2:42-4:00	Groupe	Passation de la consigne	Océane répond aux questions d'élèves dans les groupes	Lecture individuelle de la consigne
4:00-10:21	Collectif		Océane présente le matériel et donne la composition des groupes d'élèves (joueurs et banquier). Elle demande aux élèves de lire la consigne, puis pose des questions au fur et à mesure de la lecture. Elle interroge sur le terme « exactement » et sur les actions à faire en fonction de la couleur des cases. Elle propose les deux exemples du plan de leçon	Élodie puis Nathalie lisent la consigne.
10:21-18:14	Groupe	Les groupes jouent. Recherche de solutions lorsqu'il y a blocage	Océane se déplace dans les groupes, vérifie que tous les élèves ont commencé une partie (c'est-à-dire se sont engagés dans l'activité). Elle prévient un élève (Anatole) qui montre de la résistance à s'engager dans l'activité. Elle vérifie que les élèves respectent les règles du jeu. Elle demande aux élèves s'ils ont un souci et s'ils sont bloqués de réfléchir à des solutions	Les élèves commencent à jouer dans les groupes. Certains élèves sont bloqués.
18:14-30:53	Collectif	Mise en commun	Océane demande aux élèves leurs stratégies pour débloquer le jeu. Elle écrit au tableau les échanges possibles	Les élèves proposent des solutions lorsqu'il y a blocage
30:53 – 32:08		Échanges entre Océane et Anatole (ce moment est codé en temps de travail pour les élèves de la classe)	Océane parle avec Anatole en espagnol et en français, lui demande les raisons de sa résistance à rentrer dans l'activité. Elle le rappelle à l'ordre.	
30:53 – 37:20	Groupe	Les élèves jouent et font des échanges.	Océane se déplace dans les groupes et répond aux questions des élèves sur les échanges	Les élèves continuent leur partie. Les élèves précédemment bloqués utilisent les échanges (notés au tableau) pour débloquer les situations.
37:20 –	Collectif		Océane interroge les élèves sur	Les élèves doivent

41:32			« de quoi ils n'ont pas parlé » ? Puis elle les interroge sur le but du jeu.	expliquer ou lire la consigne pour dire quel est le but du jeu
41:32 - 43:51	Collectif		Océane réexplique la règle du jeu lorsqu'un joueur n'a plus assez de points	Une élève demande comment faire lorsqu'elle n'a pas assez de points pour donner à la banque
43:51 – 49:41	Groupe		Océane se déplace dans les groupes	Les élèves continuent leur partie
49:41 – 54:15	Collectif	Mise en commun	Océane demande à un élève d'expliquer sa situation de blocage (le banquier n'a plus assez d'unités) et demande aux élèves de trouver des solutions (échange avec un autre joueur)	Deux élèves (Samuel et Élodie) expliquent leurs situations de blocage et les autres élèves proposent des solutions
54:15 – 1:00:30	Groupe		Océane se déplace dans les groupes	Les élèves continuent leur partie
54:45-57:06		*Ce temps est codé en temps de travail en groupe*	*Échanges entre Océane et une autre enseignante à propos d'Anatole à l'entrée*	
1:00:30 – 1:03:32		Rangement du matériel		
1:03:32 – 1:08:42	Collectif		Océane demande aux élèves ce qui a été compliqué dans le jeu	Les élèves expliquent les difficultés qu'ils ont rencontrées pendant le jeu.
1:08:42 - 1:12:11	Collectif		Océane réexplique les échanges unités, dizaines, centaines et milliers avec le matériel de numération en base dix (petits cubes unités, bâton pour la dizaine, plaque pour la centaine et gros cubes pour le millier)	Élodie demande comment une dizaine vaut dix unités ?

Tableau 36 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

La leçon a duré plus d'une heure alors que le plan de leçon prévoyait une leçon d'une période, soit environ 45 minutes. Océane doit ainsi maintenir l'attention et le travail des élèves sur la même activité pendant plus d'une heure. Cette caractéristique est intéressante à relever car elle peut paraître paradoxale avec le fait qu'elle enseigne dans une classe « difficile » avec des élèves qui ont des problèmes de comportement (SC 4 - 1:00:16 – 1:00:48). D'ailleurs, pendant la leçon, un élève lui a posé des problèmes de discipline, elle l'a exclu de l'activité et lui a donné un autre travail à réaliser.

7.2.1.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Océane alterne les moments de travail collectif (61% du temps) et de groupe (39% du temps). Elle intervient pendant les moments de travail collectif pour prescrire la tâche en impliquant les élèves dans la lecture de la consigne et en s'assurant de la compréhension de la consigne au fur et à mesure. Les autres moments de travail collectif sont destinés à amener les élèves à trouver des procédures lors des situations de blocage et à faire expliciter les difficultés rencontrées.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=705)
TRACOL	en collectif	61
TRAGPE	en groupe	39
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	0

Tableau 37 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe d'Océane

Océane intervient pendant 62% du temps de travail pour guider et réguler les apprentissages. Cette caractéristique est peut-être à mettre en relation avec son contexte d'enseignement.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Océane RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	62 8
PAR	Interventions des élèves	37
	Autre (installation des élèves, rangement du matériel...)	1
Total	Total	100 (N=705)

Tableau 38 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe d'Océane

Océane intervient pendant 8% du temps de travail pour remettre les élèves dans une posture de travail ou d'écoute : les conditions d'une relation propice au travail en classe sont réunies. Les élèves ont un temps de parole de 37% du temps de travail et une élève, Élodie, participe particulièrement à l'avancée de la leçon par ses nombreuses sollicitations : 75 interventions d'Élodie ou d'Océane qui nomme explicitement Élodie.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue de l'enseignante pour ses élèves

Océane attend de ses élèves qu'ils fassent des parties d'« Un drôle de jeu de l'oie... » et qu'ils connaissent et réalisent les échanges entre une dizaine et dix unités, entre une centaine et dix dizaines (SC 7- 1:01:01 - 1:01:58 « parce que le but du jeu c'est ça, c'est de savoir qu'une dizaine, on l'échange contre dix unités »).

Tâches prescrites par Océane

Océane prescrit la tâche qu'elle attend de ses élèves par rapport au jeu et à la fin de la leçon, elle attend de ses élèves qu'ils aient une attitude réflexive sur la leçon en leur demandant d'expliciter ce qu'ils ont trouvé de compliqué dans le jeu.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Océane ne réduit pas ses exigences mathématiques lorsqu'elle apporte des aides personnelles ou collectives. Elle donne une part importante aux aides collectives (45 interventions) par rapport aux aides individuelles ou de groupes (22 interventions) dans le but d'aider, mais aussi de maintenir l'attention et le travail de l'ensemble de la classe.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	3 (N=22)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	11 (N=45)
AIDP1 AIDC1	Aide collective ou aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 39 : Les aides de l'enseignante pendant la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe d'Océane

Océane reformule, pose des questions ouvertes, incite tous les élèves à apporter une aide à un élève qui rencontre une difficulté que ce soit en collectif ou lors des moments de travail en groupe (32:23 – 32:26 « qu'est-ce que vous pensez qu'elle devrait lui donner ? », 46:35 – 46:40 « qu'est-ce qu'elle peut faire ? », 51:22- 51:34 « il y en a vingt-cinq. Donc c'est juste pas possible. Par contre, quelqu'un peut aider Samuel, il dit que la banque n'a plus que deux unités »).

iv. Mise en commun des procédures des élèves

Les mises en commun des procédures des élèves pour trouver des solutions aux situations de blocage représentent 28% du temps de la leçon.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	28 (N=207)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	18
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	7 <1%
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	3

Tableau 40 : Mise en commun pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe d'Océane

Lors de ces mises en commun, Océane pose des questions ouvertes pour faire expliciter les procédures des élèves (18:16-18:59 « alors est-ce que vous voulez bien expliquer. […] Alors Mélodie explique-nous ce qu'il t’arrive ? », 19:59 - 20:04 « Est-ce qu’on pourrait trouver une solution ? », 21:19-21:31 « qu’est-ce qu’elle devrait faire ? Est-ce que quelqu’un a une solution ? Ou une aide ? Enfin quelque chose qu’on pourrait faire ? »). Puis, elle valide ou invalide elle-même ces procédures à plusieurs reprises avec un mode assez général (20:37-23:59 « ok, t’as combien de points ? », « mais non, t’as combien de points ? », « non, parce qu’elle en a bien assez », « t’es pas très loin, mais c'est pas tout à fait ça », « oui mais attends, toi tu comptes en nombre de cartes. C’est pas ça qu’on lui demande »). Elle demande aussi à un autre élève s’il a compris l’explicitation d’une procédure en guise de validation, puis elle réexplique elle-même la procédure de l’élève.

> 51:40 – 52:20 Drite : ben, on peut échanger… la banque, elle donne une dizaine puis, elle donne une dizaine, enfin elle doit échanger avec quelqu'un, avec une des personnes, elle donne une dizaine, puis la personne elle donne dix unités. Voilà, on peut faire comme ça.
> Océane : tu as compris Samuel ?
> Sam : oui.
> Océane : ça veut dire que la banque, elle a pas assez d'unités, donc elle va échanger une dizaine avec qui ?
> Sam : avec moi.

L’une des caractéristiques de ses pratiques est donc de faire des mises en commun (28% du temps de travail) pendant lesquelles elle amène les élèves à expliciter leurs procédures qu’elle valide ou invalide elle-même.

v. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	36 (N=294)
RECP0	pas de lecture en acte de l’activité des élèves par l’enseignante	1
RECP1	lecture en acte de l’activité des élèves par l’enseignante	4
RECP2	lecture en acte de l’activité des élèves et des procédures des élèves par l’enseignante	5
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	14
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	12

Tableau 41 : Moment de recherche pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe d’Océane

Pendant les temps de recherche (36% du temps de travail), Océane prend des informations sur l’activité des élèves dans les groupes, mais également sur les procédures qu’ils mettent en oeuvre.

vi. Synthèse-institutionnalisation

Océane propose un moment collectif de synthèse en fin de leçon afin que les élèves explicitent ce qui était compliqué dans l'activité. Pendant ce moment, les élèves expriment les difficultés qu'ils ont rencontrées mais ce moment ne permet pas de synthétiser les procédures des élèves. Une élève, Élodie (qui est une bonne élève selon Océane), intervient alors pour demander « comment une dizaine, ça vaut dix unités ». Ce passage illustre la résistance de cette élève à l'aboutissement du jeu et de la leçon. Alors qu'elle n'a pas le soutien des autres élèves de la classe (des élèves vont rire à plusieurs reprises), elle s'interroge sur le lien entre la connaissance mathématique utilisée dans le jeu et ses connaissances mathématiques antérieures (1:08:42 - 1:08:45 Élodie : « mais, comment une dizaine, ça vaut dix unités Maîtresse ? »). Océane réexplique alors la connaissance mathématique à l'aide du matériel en base dix (petits cubes unités, bâton pour la dizaine, plaque pour la centaine et cube pour le millier) et ce moment participe ainsi au processus d'institutionnalisation de l'aspect décimal du système de numération. Dans le passage ci-dessous, elle recontextualise la connaissance mathématique visée dans l'activité en faisant référence au boulier et avec l'utilisation du matériel en base dix. Elle passe du registre du jeu et des échanges au registre mathématique en s'appuyant sur l'utilisation du matériel. « T'as dix unités, t'es d'accord, ça fait une dizaine », « ça fait », « ça vaut » font référence aux égalités mathématiques illustrées avec le matériel.

> 1:09:11 - 1:09:31 Océane : et si on regarde avec le matériel orange, t'es d'accord, on va être concrets, t'es d'accord que si tu mets dix unités comme ça.
> Élodie : oui, ça vaut...
> Océane : ça vaut une dizaine. (*Océane montre un bâton orange une dizaine*).
> Élodie : oui.
> Océane : t'es d'accord ou t'es pas d'accord ?
> Élodie : ah d'accord. (*exclamation d'Élodie*)

Pour conclure le passage, Océane ne décontextualise pas la connaissance dans un registre mathématique sans matériel, elle revient au contraire au contexte d'« Un drôle de jeu de l'oie… »

> 1:10:21 - 1:11:45 Océane : et si tu mets, on va recommencer […] (*Océane est reparti chercher du matériel*). On avait repris ça l'année passée, mais on va reprendre ça. Voilà. Alors. Dix dizaines, ça fait ? (*Océane montre une plaque d'une centaine ?*). Une centaine.
> Élodie : euh oui.
> […]
>
> Océane (*à la classe*) : dix centaines. (*Océane montre un cube de mille*).
> Élodie : mille.
> Océane : mille. Donc si tu veux changer dix centaines, tu peux changer contre un.
> Élodie : mille.

> Océane : un millier, on est d'accord. Si tu veux changer dix dizaines, tu peux changer contre ? (*Océane montre une plaque de cent*)
> Élodie : une centaine.
> Océane : une centaine, d'accord ?
> Élodie : d'accord.
> Océane : et tu peux échanger dix dizaines contre ?
> Élodie : une centaine. Non, une unité.
> Océane : là, il y a dix unités qui sont collées, ça fait une ?
> Danielle : bah une dizaine.

Océane effectue le lien entre la notion d'échange dans le jeu et l'utilisation du matériel en base dix, en revanche elle ne décontextualise pas la connaissance dans un registre mathématique. Ce passage illustre donc sa volonté de réaliser une institutionnalisation de la connaissance mathématique en jeu sans la décontextualiser dans un registre uniquement mathématique. De même, elle n'écrit pas au tableau les égalités mathématiques comme préconisées dans le plan de leçon.

7.2.2 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

Couleurs des cases sur le plateau de jeu

Océane reprend l'activité mathématique en modifiant les couleurs des cases sur les plateaux de jeu et en conservant le matériel à disposition et les consignes (SC 5 – 40:03 – 40:36 « mais peut-être aussi le fait que les cases sont noires, gris et blanc. C'est simplement les nombres, sans se dire, limite c'est vraiment, c'est le banquier qui doit donner, et le noir c'est ça, et le blanc c'est ça » […]). Un peu après, elle relance l'idée de changer les couleurs des cases du plateau de jeu en demandant ce qu'en pense une autre enseignante (SC 5 – 58:44 - 59:32 « est-ce que si tu avais dû introduire des couleurs, ça t'aurait pris plus de temps dans tes consignes ou pas ? S'il y avait eu les couleurs à la place des cases gris, blancs, ça t'aurait pris plus de temps d'expliquer ou pas ? Juste pour savoir, si les trois couleurs prennent plus de temps pour l'explication ? » […]). Stéphane suggère une modification de couleurs qui serait associée à une modification des règles du jeu (SC 5 – 58:44 - 59:32 […] Stéphane : « maintenant, on pourrait imaginer que du vert et du rouge, insister sur le vert j'avance. […] on pourrait imaginer rouge pour je passe mon tour, vert je gagne » […]). Il propose ainsi une possibilité de modifications des règles du jeu et non une simple modification de l'habillage de l'activité. Il propose ainsi un exemple de ce qui est possible de prendre comme liberté par rapport à cette activité mathématique. Quant à Anne (SC 5 – 58:44 - 59:32 […] « On rajoute de ces parasites comme le banquier, le jeu de l'oie. […] Les couleurs, c'est un parasite de plus »), elle compare l'usage des couleurs du plateau de jeu à d'autres problèmes qui ont été discutés par rapport à ce jeu et affirme que les couleurs représentent un « parasite de plus » pour les apprentissages visés dans l'activité. Océane va mettre en oeuvre cette modification qu'elle a planifiée malgré les interventions des deux facilitateurs et des enseignants du GLS (SC 6 – 0:49 – 1:48 « par rapport à ce qui avait été dit la dernière fois, j'ai rien changé. Si ce n'est que j'ai mis des couleurs. Sur le tableau de jeu, du rose et du bleu, pour qu'ils puissent voir la différence entre quand c'est eux qui doivent donner et quand c'est la banque qui doit donner. Il y a quand même eu quelques enfants qui se sont trompés, donc les couleurs, peut-être que ça a aidé, peut-être que ça a pas aidé ». […]). Océane met en avant lors des séances la modification qu'elle a apportée sur l'habillage du plateau de jeu (SC 7 - 1:07:24 - 1:07:26 « je trouve déjà d'avoir mis des couleurs sur le plateau de jeu, ça a un peu changé). Il y a donc un décalage entre les attendus des facilitateurs et cette modification qu'elle a planifiée lors de la séance 5, mise à l'œuvre et discutée lors des séances 6 et 7. Bien que cette modification ne corresponde pas aux attentes des facilitateurs, il s'agit bien pour Océane d'une modification.

Lors des mises en commun

Océane a apporté des modifications au plan de leçon dont elle n'a peut-être pas pris conscience ou dont elle n'estime pas que ce soit important à relever pour le GLS. Elle effectue lors de la première mise en commun une modification car elle remplace les égalités 10 unités = 1 dizaine et 10 dizaines = 1 centaine par des flèches qui symbolisent les échanges et encadre $\boxed{10u}$, $\boxed{10d}$, $\boxed{10c}$ (peut-être pour symboliser les cartes). Au tableau (Figure 18), elle n'écrit pas la connaissance mathématique décontextualisée mais la connaissance contextualisée utile dans l'activité.

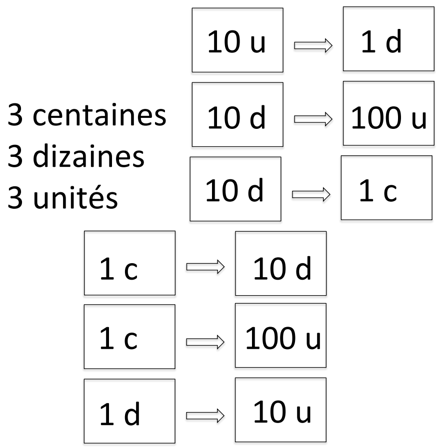


Figure 18 : Reconstitution du tableau noir-classe d'Océane-leçon hors dispositif-cycle a

Elle valide les propositions d'élèves sans les noter au tableau lorsque les échanges sont impossibles dans le jeu (30 dizaines = 3 centaines par exemple), excepté pour l'échange d'une centaine avec 100 unités. Elle réalise donc une modification.

> 23:00 - 23:59 Océane : alors, ça veut dire quoi échanger ? Continue dans ton idée Jess.
> Jess : ben, ça veut dire que par exemple, moi je donne une centaine et par exemple Marion elle me donne dix fois une dizaine.
> Océane : donc, on peut changer une centaine pour quoi ?
> Jess : dix fois une dizaine.
> Océane : pour dix dizaines. D'accord. Qu'est-ce qu'on peut faire comme autre échange ? (*Océane a écrit au tableau 1 c entouré flèche 10 d entouré*). Vous avez une idée ? Sam ?
> Sam : une centaine, cent unités.
> Océane : oui, c'est vrai. On peut faire une centaine contre cent unités. Est-ce qu'il y a encore d'autres échanges qu'on pourrait faire Henry ? (*Océane écrit au tableau 1c entouré flèche 100 u entouré*).

Jess propose l'échange entre une centaine et dix fois une dizaine dans le registre mathématique. Océane traduit cette proposition dans le registre des échanges du jeu en donnant un sens à l'échange (1c → 10d).

Océane réalise aussi une modification en organisant une mise en commun pour résoudre les blocages en deux temps (12 minutes en début de leçon puis 5 minutes vers la fin).

Lors de la prescription de la tâche

Océane explique une partie des règles du jeu au début de la leçon et le but du jeu au bout de 37 minutes sous forme de devinette[39].

> 37:20 – 38:09 Océane : […] Y a quelque chose dont on n'a pas parlé. [...]
> Laure : si on n'a pas assez de centaines.
> Océane : c'est pas ça que je veux que tu me dises. [...]
> élève : Maîtresse, je peux dire ? C'est quand on n'a plus d'argent.

[39] Faire des devinettes (sorties du contexte et impossible à deviner pour les élèves) est une caractéristique de ses pratiques comme nous avons pu l'observer également lors de la leçon de recherche du cycle *b*.

> Océane : d’accord, le but du jeu, est-ce qu’on a parlé du but du jeu ?

Elle explique en séance qu’elle a oublié d’expliquer le but du jeu aux élèves (SC 6 - 1:08:44 - 1:09:07 « Et c'est en cours de jeu que je me suis rappelée oui mais quel est le but du jeu. Relisons »).

Lors de la fin de la leçon

Océane effectue une modification du plan de leçon qui prescrit « Un moment avant la fin de la leçon : on arrête tout le monde et on compte les points » : elle laisse à la charge des élèves le fait de compter les points et de trouver le gagnant du groupe. En plus d’être le but du jeu, cette règle du gain permet de réinvestir des connaissances de numération (les aspects positionnel et décimal, les additions, la comparaison de nombres). Par ce choix, Océane montre que l’aspect jeu ne tient pas une place importante dans ses pratiques. Elle effectue aussi une modification de la tâche prescrite en demandant aux élèves d’expliciter ce qu’ils ont trouvé de compliqué pendant la leçon et non s’ils ont appris quelque chose.

7.2.3 Analyse de la représentation

Dans son analyse mathématique de l’activité, le but du jeu est de travailler l’échange entre une dizaine et dix unités (SC 7- 1:01:07 - 1:01:57 « le but du jeu, c'est de savoir qu’une dizaine, on l'échange contre dix unités »). L’objectif en termes d’apprentissage n’est pas la connaissance mathématique décontextualisée mais bien la connaissance utile pour effectuer l’activité. Océane se représente une tâche dans laquelle la notion d’échange est contextualisée dans « Un drôle de jeu de l’oie... » et elle ne semble pas faire le lien entre le terme d’ « échanges » et les égalités mathématiques qui relèvent de l’aspect décimal.

Pour conclure, dans sa représentation, Océane ne vise pas à travailler explicitement l’aspect décimal de la numération mais la connaissance contextualisée et utile dans le jeu. Les différentes modifications apportées à la tâche prescrite sont en cohérence avec sa représentation :

- elle n’a pas écrit la connaissance mathématique décontextualisée au tableau comme suggéré dans la tâche prescrite avec des égalités, mais la connaissance utile dans l’activité avec des flèches qui symbolisent les échanges.
- Lors du moment collectif de fin de leçon, elle utilise du matériel en base dix pour illustrer les échanges possibles. En revanche, elle ne fait pas explicitement le lien entre les connaissances dans le registre mathématique (sans le matériel en base dix) et dans le registre du jeu.

7.2.4 Analyse de la redéfinition

Océane redéfinit une nouvelle tâche qui correspond à sa représentation de la tâche prescrite. Elle écrit au tableau noir les connaissances utiles dans l'activité afin que les élèves puissent s'y référer. Cette modification est donc cohérente avec sa représentation de la tâche prescrite.

> SC 7 - 1:33:27.5 - 1:34:12.
> Océane : on est arrivés à la mise en commun aussi parce qu'ils ont été bloqués. [...] On a vite parlé, mais ils ont quand même eu des problèmes pour faire les échanges quand même. Mais peut-être qu'on a moins tiré.
> Valentine : ils ont trouvé le mot échange plus facilement ?
> Océane : je ne me souviens pas s'ils ont trouvé le mot échange.
> Valentine : non mais échange, je veux dire, ils ont trouvé la solution qui permettait de les décoincer assez rapidement ?
> Océane : oui, mais par contre, au niveau des échanges, ils étaient pas toujours au clair qu'une dizaine on échangeait avec dix unités. Il fallait vraiment persévérer et rappeler.
> Vanessa : ils avaient ça sous les yeux ou pas ?
> Océane : ah oui, après je l'ai laissé au tableau noir, une fois qu'on a fait cette mise en commun et puis, beaucoup, après ils étaient tournés, ils se sont retournés et ils ont regardé.

Océane s'adapte au niveau de ses élèves et selon elle, la notion d'échange leur a posé des difficultés (SC 7 - 1:04:52 - 1:05:25 « On a fait ce jeu dans ma classe, en moitié de 6 [en demi-classe dans le degré 6H], et il y avait aussi des problèmes ») et pour y remédier, elle utilise du matériel en base dix comme aide et comme illustration de la notion d'échange.

Dans sa redéfinition, Océane emploie du matériel pour illustrer la notion d'échange (c'est-à-dire la connaissance mathématique contextualisée) et écrit au tableau les échanges utiles dans l'activité et non la connaissance décontextualisée.

7.2.5 Synthèse par rapport au processus de modifications

Dans son analyse mathématique, l'activité vise la connaissance contextualisée de l'aspect décimal de numération. Océane redéfinit alors une nouvelle tâche en accord avec son analyse mathématique et sa représentation de la tâche prescrite.

Pour conclure, Océane met en œuvre un processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée qui a pour sources :

- sa prise en compte de l'activité des élèves pendant la réalisation de la tâche, notamment lorsqu'elle emploie du matériel à la fin de la leçon pour expliquer la notion d'échange à une élève
- son analyse mathématique de l'activité. Cette source intervient au niveau de la représentation de la tâche prescrite. De plus, toutes les modifications qu'elle apporte à

la tâche prescrite (au niveau de la redéfinition et de la réalisation de la tâche) sont en accord avec sa représentation.

7.3 Leçon de recherche du cycle *b*[40]

Nous présentons des éléments de contexte de ce cycle (7.3.1) : d'abord le choix du sujet mathématique (les transformations géométriques) et de l'institutionnalisation en précisant le positionnement d'Océane. Nous présentons ensuite les séances de ce cycle (7.3.2), puis le choix de l'activité (7.3.3), ensuite l'analyse réalisée par le GLS de cette activité (7.3.4). La suite de cette partie est consacrée à l'analyse de la tâche prescrite (7.3.5), à l'étude de la réalisation (7.3.6), aux recherches de modifications (7.3.7), à l'analyse de la représentation (7.3.8), de la redéfinition (7.3.9) et à la synthèse sur le processus de modifications (7.3.10).

7.3.1 Éléments de contexte et positionnement d'Océane dans le cycle *b*

7.3.1.1 Choix du sujet mathématique et positionnement d'Océane

Les enseignants ont relevé le thème *Espace* du Plan d'Études Romand[41] (qui correspond à la géométrie plane et à l'espace) et plus précisément, la reconnaissance d'un axe de symétrie comme étant des sujets mathématiques qui leur posent des difficultés d'enseignement (SC1 - 1:16:00 – 1:18:14). Le GLS fixe alors les transformations géométriques comme sujet mathématique du cycle *b* et rediscute du choix de la géométrie dans le passage ci-dessous.

> SC7 - 2:35:05 – 2:35:46 Valentine : moi, je vois pas le souci qu'il y a avec la géométrie.
> Anaïs : justement, on voit pas très bien. On sait pas trop ce que c'est.
> Océane : quand on voit pas très bien, on sait pas comment l'aborder.
> Valentine : mais, c'est quoi en gros ?
> Édith : ils (*les élèves*) n'y arrivent pas.

Suite à cet extrait, l'un des facilitateurs demande aux enseignants d'expliquer leurs difficultés par rapport à l'enseignement des transformations géométriques (SC8 - 28:35-29:20). Ils évoquent alors des difficultés à reproduire une figure sur un quadrillage à partir d'une figure donnée et Océane dit qu'elle n'a jamais approfondi le sujet « jusqu'au fond » à propos des reproductions de figure sur un quadrillage et plus généralement de la géométrie (SC8 - 1:19:15 - 1:19:23). À travers ces quelques extraits, nous voyons que les enseignants - en accord avec les facilitateurs - ont choisi de travailler un sujet mathématique qui leur pose des difficultés tant au niveau de l'enseignement, des aides possibles à apporter aux élèves, qu'au niveau de la maîtrise des connaissances sous-jacentes à cet enseignement. Quant à Océane,

[40] Nous avons développé cette partie 7.3 dans un article (Batteau & Dorier, 2018).
[41] Le Plan d'Études Romand (PER) concernant les mathématiques lors de la scolarité obligatoire est visible à cette adresse : http://www.plandetudes.ch/web/guest/mathematiques (consultée le 28 Mai 2018).

elle n'a pas approfondi ses connaissances en géométrie, ni en formation continue, ni par elle-même. Elle dispose de ses connaissances géométriques apprises en tant qu'élève, celles acquises en formation initiale et celles liées à son expérience d'enseignement.

7.3.1.2 Choix du geste professionnel et positionnement d'Océane

Les facilitateurs ont choisi de travailler l'institutionnalisation car certains enseignants (notamment Océane qui le mentionne explicitement) ont révélé qu'ils ne réalisaient pas nécessairement d'institutionnalisation des connaissances dans leurs pratiques ordinaires en mathématiques (SC11- 5:08 – 5:47). Ce constat a été confirmé par une recherche antérieure[42] (Tièche Christinat, 2000) dans le même contexte de l'enseignement primaire en Suisse Romande. Pour certains enseignants du GLS (notamment Océane et Anaïs), l'institutionnalisation se limite à un constat (SC11- 5:08 – 5:47). Le GLS discute alors de la différence entre constat et institutionnalisation, il apparaît donc que le concept d'institutionnalisation est associé à l'idée de « mettre en mots ». Il ne représente pas une finalité en soi et il a un caractère de généralité (SC11 - 9:58 - 11:32).
Lors de la séance 11 (avant la leçon), les discussions sur l'institutionnalisation ont d'abord porté sur les conceptions des enseignants d'un point de vue général (SC11 – 5:08 – 11:32), puis, sur l'identification des connaissances à institutionnaliser dans l'activité mathématique choisie pour le cycle *b*. Lors de la séance 12 (avant la leçon), les discussions ont porté sur les modalités et les contenus détaillés des fiches d'institutionnalisation. Lors des séances avant et après la leçon, les facilitateurs n'ont pas apporté d'éléments théoriques sur l'institutionnalisation et n'ont pas suggéré de lecture professionnelle sur le sujet.

Nous retenons que dans ses pratiques ordinaires, Océane n'effectue pas nécessairement d'institutionnalisation des connaissances. Néanmoins, elle dit effectuer des constats dans lesquels elle nomme les transformations géométriques (SC10 - 1:08:18 - 1:09:36 « Tu mets des mots [...] », SC10 - 1:17:25 – 1:17:31 « oui, moi je leur dis : ça, c'est la symétrie axiale, ça, c'est la symétrie... »). Contrairement à l'institutionnalisation, les constats sont rattachés à une activité et ne permettent pas de décontextualiser les connaissances.

[42] Dans un rapport sur l'enseignement des mathématiques suite aux nouveaux Moyens d'Enseignement Romands, Tièche Christinat a observé et analysé quinze leçons en 5H (qui ont concerné sept enseignants). Parmi ces quinze leçons, elle a observé huit mises en commun dont seulement deux ont donné lieu à une institutionnalisation des savoirs. Elle a observé quatre « pratiques de gestions des activités » : soit les enseignants entreprennent une seule activité avec leurs élèves, soit deux successivement, soit ils commencent avec une activité commune puis des activités en parallèle, soit ils entreprennent différentes activités parallèles (en mathématiques ou dans d'autres disciplines). Cette dernière pratique majoritaire appelée « plan de travail », ne favorise pas la possibilité d'effectuer des mises en commun et des institutionnalisations.

7.3.2 Présentation des séances du cycle *b*

Le Tableau 42 reprend le déroulement effectif des séances du cycle *b* avec les objectifs suivis.

Séance	Date	Objectifs
8	30 janvier 2014	Travail sur les difficultés ressenties à propos des transformations géométriques (Anne seule) (étape 1)
9	13 février 2014	Panorama de l'enseignement de la géométrie (Stéphane seul facilitateur) (étape 1)
10	6 mars 2014	Choix de l'activité « Aquarium » et analyse de l'activité (étape 2)
11	20 mars 2014	Préparation de la leçon de recherche – principalement de la phase 1 (étape 2)
12	3 avril 2014	Préparation de la leçon de recherche – principalement de la phase 2 (étape 2)
	7 mai 2014	Leçon de recherche enseignée par Océane : phase 1 (7 mai 2014) sans observateurs (hormis Anne et Valérie) (étape 3)
	8 mai 2014	Leçon de recherche enseignée par Océane : phase 2 (8 mai 2014) avec tous les membres du GLS observateurs (étape 3)
13	8 mai 2014	Débriefing (étape 4) qui a lieu immédiatement après la phase 2 de la leçon de recherche
14 et 15[43]	12 et 19 juin 2014	Retour sur des éléments de la leçon de recherche Préparation du plan de leçon final (étape 4)
16	26 juin 2014	Discussion sur la première version du plan de leçon final « Dans l'aquarium » (étape 4) et bilan de l'année

Tableau 42 : Séances du cycle b

7.3.3 Choix de l'activité mathématique et positionnement d'Océane

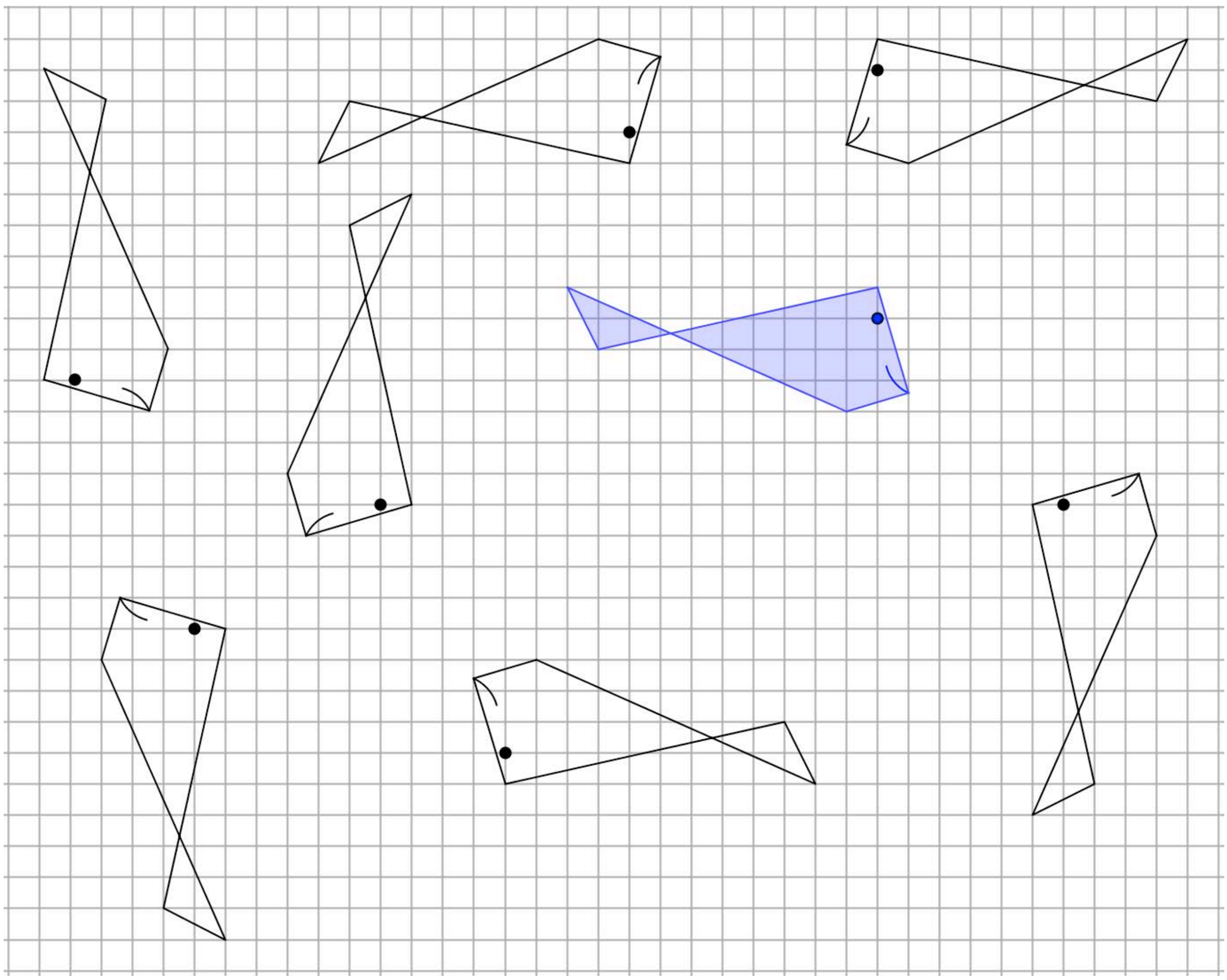
Choix de l'activité « Aquarium » et positionnement d'Océane

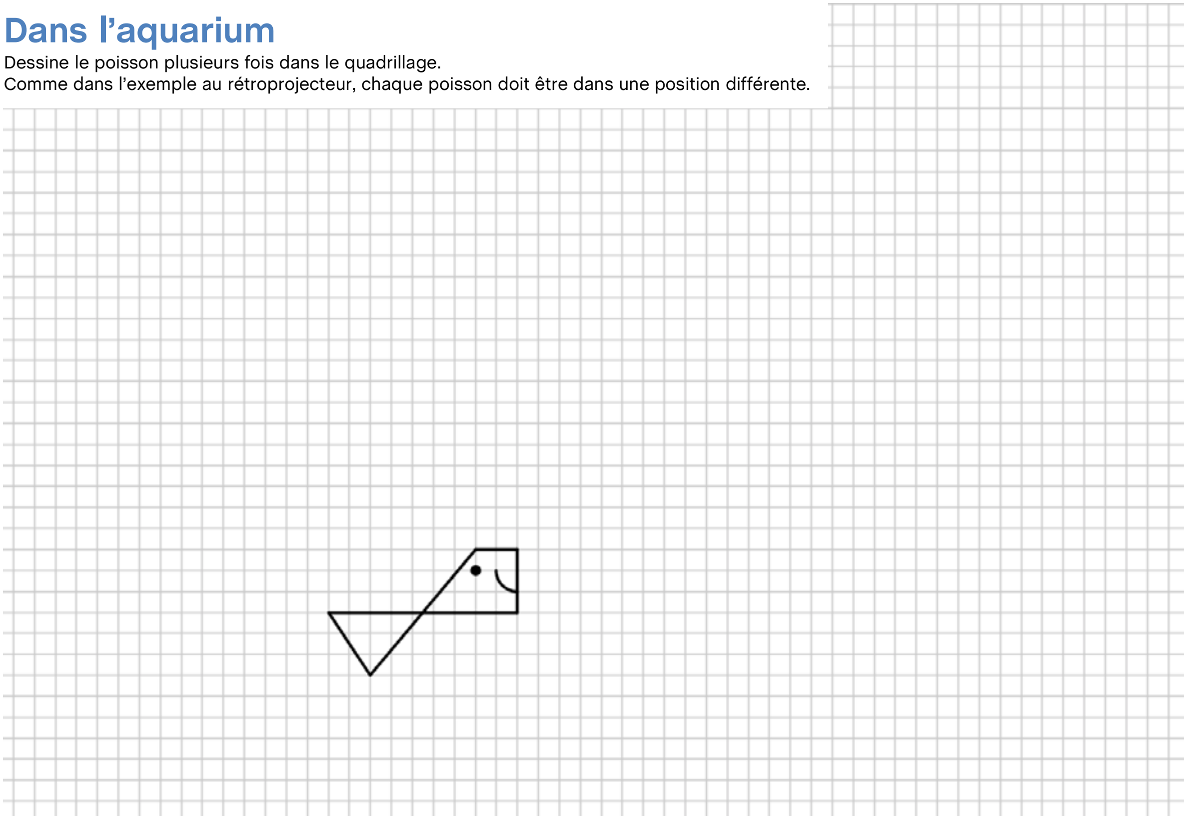
Le GLS a choisi l'activité « Aquarium » pour travailler les transformations géométriques au niveau 6H. Océane connaît cette activité et l'enseigne régulièrement à ses élèves (SC10 - 11:14 – 13:17). Le GLS a apporté quelques changements à l'activité « Aquarium » (voir Annexe 18) : la taille du quadrillage, le fait de donner un seul poisson-exemple et le fait de donner un poisson déjà tracé sur un quadrillage sur la fiche élève (qui n'existe pas dans la version originale). Nous considérons comme activité « Dans l'aquarium » de référence celle modifiée par le GLS (voir ci-après). Le GLS a prévu de projeter cet exemple lors de la leçon de recherche.

[43] En raison de contraintes organisationnelles, cette séance a été réalisée en deux fois (n°14 et n°15) : n°14 avec Océane, Marius, Anaïs et Édith, n°15 avec Vanessa, Marie, Valentine et Caroline.

Dans l'aquarium

Exemple :





Figures 19: Exemple projeté et fiche élève de l’activité « Dans l’aquarium »

Nous considérons que la tâche prescrite correspond à cette activité « Dans l’aquarium », au plan de leçon (voir Annexe 26), au matériel prévu (voir Annexe 25) et aux fiches d’institutionnalisation (voir Annexe 24).

Nous retenons qu’Océane a eu des expériences d’enseignement d’« Aquarium » qui peuvent influencer le processus de modification de la tâche prescrite.

Présentation de l’activité « Dans l’aquarium »

Cette activité consiste à reproduire un poisson dans des positions différentes dans un réseau quadrillé et un exemple avec un autre poisson est donné pour illustrer ce qui est demandé dans l’activité (voir Figures 19).

Spécificité de la posture d’Océane

Dès le début du cycle *b*, Océane a manifesté son souhait d’enseigner la leçon de recherche étant donné qu’elle était la seule enseignante du GLS à pouvoir enseigner une leçon de géométrie au niveau 6H. Cette précision a des conséquences sur son implication et sur sa posture lors des séances, mais aussi sur les choix collectifs qui ont été effectués pour la tâche prescrite, comme l'illustre le passage ci-dessous.

> SC12 – 1:00:31 – 1:02:01 Stéphane : il y a juste un truc qui est intéressant, qui est en train de se passer. Les leçons de recherche précédentes, on ne savait pas qui allait la faire avant et on était très « à l'enseignant qui fera ». Et là, on est tous en train de se dire « Océane, tu ». Ça reste notre leçon à tous. [...]
> Océane : Moi, je me sens investie. [...]
> Anne : toi t'es tout le temps en train de te dire : « est-ce que je me vois faire ça ? ».

De fait, elle s'est sentie investie et partie prenante des décisions prises concernant la tâche prescrite dès le début de ce cycle.

7.3.4 Activité « Dans l'aquarium » : analyse réalisée par le GLS

Quelques éléments de l'analyse a priori (développée dans l'annexe 27)

Nous avons étudié différentes stratégies possibles dans l'analyse *a priori*. Une première stratégie consiste à utiliser du papier calque. Une deuxième stratégie consiste à utiliser un chablon (qui correspond à la forme du poisson), déplacer et/ou retourner le chablon, le positionner sur le quadrillage et tracer le contour du chablon. Une troisième stratégie consiste à plier la fiche de l'élève et à reproduire par transparence (ou avec un compas) en repérant des points. Une quatrième stratégie consiste à « compter les carreaux » des côtés du polygone, puis placer un sommet du polygone à un autre emplacement du quadrillage et reproduire la même figure avec les mêmes longueurs en comptant les carreaux. Une cinquième stratégie consiste à mesurer les longueurs des côtés du polygone avec une règle graduée, puis reproduire la figure avec les mêmes longueurs (avec un compas et une règle graduée). Mais, le fait que la figure soit dans un quadrillage rend cette stratégie caduque.

Le matériel (calque et chablon) peut servir à :

- tracer l'image par isométrie de la figure initiale
- vérifier que les figures ont la même forme et les mêmes dimensions
- vérifier que les figures ont été placées dans des positions différentes
- visualiser une isométrie à effectuer pour produire une figure dans une position nouvelle
- reconnaître l'isométrie, puis classer les figures produites en fonction de l'isométrie dont elles sont issues.

La première variable didactique est le fait de mettre un quadrillage ou non sur la fiche de l'élève. La deuxième variable didactique est la nature de la figure initiale. La troisième variable didactique est le matériel mis à disposition. La quatrième variable est la possibilité de plier ou non la fiche élève. La cinquième variable est la taille du quadrillage. La sixième variable didactique est le fait de donner ou non un exemple d'une figure initiale avec d'autres figures isométriques dans des positions différentes disposées sur un quadrillage.

Nous présentons ici les stratégies qui ont été discutées par le GLS lors des séances 10 et 11 de préparation de la leçon de recherche. Lors de la séance 10, les enseignants (dont Océane) ont effectué l'activité au niveau élève et au niveau expert, en utilisant le matériel à disposition (papier quadrillé, papier calque, règle, ciseaux). Puis, ils ont déterminé les connaissances en jeu, les difficultés, les erreurs, la validation et le rôle du matériel.

7.3.4.1 Stratégies

Le GLS discute de la stratégie qui repose sur l'utilisation du papier calque, ainsi que certaines difficultés qui lui sont associées : par exemple, bien positionner le papier calque sur les nœuds lorsqu'on le retourne. Océane a reproduit des poissons dans des positions différentes, les montre et explicite l'utilisation qu'elle a faite du papier calque (SC10 - 41:55 – 43:38). Le GLS précise les différentes utilisations possibles du papier calque pour reproduire la figure :

- en décalquant uniquement les sommets du polygone
- en utilisant le papier calque comme chablon[44] (voir Annexe 25)
- ou pour visualiser une position différente de la figure initiale sur le quadrillage.

Le GLS discute de la stratégie qui repose sur l'utilisation d'un chablon, effectuée par Océane et explicite deux possibilités qui sont de reporter uniquement les sommets du polygone (puis compléter à la règle les côtés du polygone) et d'effectuer le contour du chablon (SC10 - 39:06 – 39:38).

L'un des facilitateurs amène la stratégie du pliage de la fiche élève (SC 10 - 57:48 « Moi, j'ai une stratégie qui n'est pas sortie. Tiens je plie la feuille. On a un poisson, on plie la feuille »). Cette stratégie de pliage est associée à la symétrie axiale et est expérimentée par les élèves dès les premières années de leur scolarité obligatoire ; puis, la symétrie axiale est étudiée tout au long de la scolarité obligatoire. Cette stratégie est rendue possible dans l'activité car les élèves doivent reproduire des figures sur une feuille libre et en recto uniquement.

---

[44] Un « chablon » désigne un mouvement d'horlogerie prêt à être assemblé (sens 1) et un pochoir (terme suisse - sens 2). Ici, nous l'utilisons plutôt au sens 2, mais plus précisément, nous désignons par « chablon » une forme découpée sur une feuille, qui permet d'en tracer le contour et de la superposer avec la figure à reproduire ; à la différence d'un pochoir qui désigne une plaque évidée selon une forme, un dessin précis, ou un patron utilisé pour imprimer un motif.

Le GLS discute de la stratégie du comptage des carreaux (SC10 - 33:53 - 37:59). Une enseignante a tracé le symétrique de la figure en miroir sans tracer l'axe de la symétrie et compte les carreaux pour reproduire une image par symétrie axiale. La propriété sous-jacente de la symétrie axiale utilisée ici est : un point A et son image A' sont à égale distance de l'axe de symétrie, autrement dit, l'axe de symétrie est la médiatrice du segment [AA']. Cette stratégie repose aussi sur l'utilisation d'un repérage relatif dans le quadrillage, à partir d'un sommet du polygone et « en miroir », une autre enseignante complète la figure image par symétrie axiale.

La stratégie de mesurer les longueurs des côtés avec une règle graduée n'est pas explicitée lors des séances 10 et 11 car la présence du quadrillage la rend caduque.

Le matériel mis à disposition pour cette activité joue un rôle important parce qu'il va induire différentes stratégies et en rendre certaines impossibles, impliquant l'introduction de différentes notions mathématiques (SC10 – 1:05:15 – 1:05:23).

Ainsi, le GLS a explicité les quatre premières stratégies de l'analyse *a priori* et les difficultés qui y sont associées. Océane a participé activement lors de la préparation notamment en explicitant la première stratégie qu'elle a mise en œuvre en proposant des variantes : décalquer à la fenêtre, découper le chablon, utiliser le calque et compter les carreaux.

Nous avons étudié les variables didactiques dans l'analyse *a priori* de l'activité et présentons ici celles explicitées par le GLS, ainsi que les choix de leurs valeurs en lien avec les stratégies et les connaissances mathématiques.

7.3.4.2 Variables didactiques

Le GLS discute de la variable didactique « Présence ou non d'un quadrillage sur la fiche de l'élève ». Notamment, le passage (SC10 – 43:40 – 45:19) illustre les discussions autour de la validation d'une procédure d'élève déplaçant un chablon sur le quadrillage, sans disposer cependant les sommets du polygone sur des nœuds du quadrillage. Le GLS discute de cette variable didactique en lien avec les stratégies et décide de donner aux élèves une fiche (voir Figures 19) avec un quadrillage dans laquelle le poisson initial est déjà tracé. Ce choix implique que les élèves n'ont pas à reproduire le premier poisson à partir de l'exemple, en ce sens, cela simplifie l'activité de l'élève.

Le GLS discute spécifiquement de la variable didactique qui est la présence de l'œil et de la bouche du poisson, c'est-à-dire, le fait que l'on puisse plus facilement visualiser l'orientation de la figure qui change ou non en fonction de l'isométrie. Le GLS discute des stratégies pour placer l'œil et la bouche du poisson, puis des stratégies de validation des productions des élèves et enfin de l'intérêt de placer un œil et une bouche sur le poisson (SC10 – 48:28 – 52:02). Cette variable didactique est abordée aussi selon la nature du polygone et le fait qu'il possède ou non un axe de symétrie (SC12- 30:15 – 30:29). Le GLS décide de conserver la forme du poisson et choisit le modèle B.

Le GLS discute de la variable didactique qui relève de l'utilisation du matériel : chablon et papier calque, en lien avec les stratégies qu'elle permet ou non et les connaissances mathématiques.

L'un des facilitateurs introduit la variable didactique sur la possibilité de plier le support (ici la feuille) offrant ainsi une stratégie pour réaliser le symétrique d'une figure.

La dernière variable didactique prise en compte concerne la taille des mailles du quadrillage sur la fiche de l'élève, en lien avec les difficultés des élèves (SC10 – 35:08 – 35:23 & 43:24 – 43:38).

Ainsi le GLS a explicité cinq variables didactiques et les variations qu'elles induisent dans les stratégies, les difficultés des élèves et les connaissances mathématiques. Le GLS a arrêté une valeur pour chacune de ces variables. Nous présentons maintenant le positionnement d'Océane lors de ces discussions sur les stratégies et les variables didactiques.

7.3.4.3 Positionnement d'Océane dans cette analyse des stratégies et des variables didactiques

Océane explicite ou questionne à deux reprises le lien entre stratégie et reconnaissance d'une symétrie axiale. Pour reconnaître une symétrie axiale entre deux figures, elle identifie deux caractéristiques : une figure est retournée par rapport à l'autre (SC10 - 30:47 - 30:56 « à l'envers ») et les figures conservent la même forme et les mêmes dimensions (SC10 – 45:50 - 46:01 « tu fais un calque »,). Sa conception est incomplète et ne lui permet pas de distinguer une symétrie axiale d'une symétrie glissée[45]. Elle anticipe les difficultés de l'activité et des stratégies (SC10 - 42:14 - 42:20 « Je pourrais très bien aussi aller contre la fenêtre avec mon poisson et puis tout faire. C'est tout simple » ; SC10 – 47:02 – 47:08 « Ce qui était le plus difficile, c'était la bouche » ; « l'œil, c'était simple »).

> SC10 - 44:06 - 44:11 Océane : Mais, c'est beaucoup plus simple sur le quadrillage.
> Anne : Avec le chablon ?
> Océane : Oui.

[45] On appelle symétrie glissée la transformation du plan qui est la composée d'une symétrie d'axe $\mathcal{D}$ et d'une translation de vecteur $\vec{u}$ (qui est un vecteur directeur de $\mathcal{D}$). Toute symétrie glissée se décompose de manière unique d'une symétrie d'axe $\mathcal{D}$ et d'une translation de vecteur $\vec{u}$ (qui est un vecteur directeur de $\mathcal{D}$).

Elle se questionne sur l'intérêt de l'activité mathématique qui permet pour elle de résumer les trois isométries (SC10 – 1:08:18 - 1:09:36 « C'est drôle moi j'ai l'impression que grâce à cette tâche-là, des exercices qui étaient donnés comme ça de façons diverses et qui pour moi je trouvais qu'ils n'avaient pas de lien entre eux. C'est un exercice qui ramène tout et qui résume »).

Nous retenons qu'Océane se questionne d'un point de vue didactique (lien stratégie-isométrie, objectif de l'activité, difficulté de l'activité, lien connaissance mathématique-activité), d'un point de vue mathématique (reconnaissance d'une symétrie axiale) et que son expérience d'enseignement lui permet de juger de la difficulté des stratégies (décalquer à la fenêtre, compter les carreaux sur le quadrillage).

7.3.4.4 Éléments d'analyses *a priori* travaillés ou non par le GLS

Nous allons présenter des éléments d'analyse *a priori* sous forme de cinq problématiques relatives à l'enseignement des transformations géométriques au niveau primaire. Ces problématiques sont reliées entre elles, certaines n'ont pas été discutées ou seulement évoquées sans faire de liens avec les enjeux d'enseignement et/ou les connaissances mathématiques pendant les séances avant la leçon. Parmi ces problématiques, nous préciserons les éléments qui ont été discutés ou non lors des séances qui ont suivi la leçon (SC13 à 16).

Première problématique : une transformation géométrique comme « opération transformante »

Nous considérons une isométrie comme une transformation du plan qui conserve les mesures. Le sens courant du terme de transformation peut induire une conception erronée d' « opération transformante ». Or, en géométrie, « la notion de transformation prend son sens géométrique à travers la notion d'invariant (ce qui ne change pas quand on transforme) » (Danalet et al., 1999, p. 256). Pour l'enseignement des isométries en 5-6H, le Plan d'Études Romand (PER) suit cette même approche de recherche de variants et d'invariants : « Observations des principales propriétés (variants et invariants) des isométries ». De plus, « les transformations apparaissent ainsi moins comme des opérations transformantes que comme des opérations laissant invariante une certaine configuration » (Bkouche, 1991, p. 135). Nous voyons se dégager une première problématique liée au sens courant du terme de transformation comme « opération transformante » qui va à l'encontre de la notion mathématique. Cette problématique est apparue lors de discussions autour de l'analyse de l’activité avant la leçon. Le GLS a aussi discuté d’une autre activité « Une ombre au tableau » (Annexe 32) qui correspond à une transformation affine (qui conserve le parallélisme mais pas les distances : c’est une transformation *déformante*) et pour laquelle certains enseignants, dont Océane, maintenaient qu’il s’agissait bien d’une symétrie sous-entendue axiale.

> SC9 – 1:14:40 – 1:15:41
> Caroline : c'est même pas une symétrie puisque c'est transformation... déformation.
> Océane : C'est aussi une symétrie.
> Marie : C'est aussi une symétrie. [...]
> Caroline : Non mais, c'est pas une symétrie, une symétrie, tu la poses contre l'autre et tu...
> Océane : Oui, mais elle est transformée celle-ci un peu.
> Caroline : C'est une transformation, tu peux pas appeler ça une symétrie, t'as pas le droit d'appeler ça une symétrie.
> Marie : Non, elle a raison. Faudrait que...
> Océane : Oui, faudrait que ça soit comme ça. On est bien d'accord qu'il faut avoir compris le concept quand même de symétrie. [...]
> Stéphane : Dans ce cas-là, pourquoi ils ont fait ce truc tordu ?
> Océane : Mais oui, mais c'est parce que c'est la seule fiche, il me semble de symétrie.

Les discussions ont porté ensuite sur le ressenti de la difficulté d’enseignement et/ou d’apprentissage liés à cette activité, sur ses liens avec la réalité (soleil qui n’a pas d’ombre) mais pas sur les connaissances mathématiques sous-jacentes à cette activité. Les discussions sur cette problématique n’ont pas porté non plus sur la distinction entre les différents types de transformations (déplacements qui conservent les distances et les angles orientés, isométries qui conservent les distances et les angles, similitudes qui conservent les rapports de distances, transformations affines qui conservent le parallélisme, transformations homographiques qui conservent les droites, inversions qui conservent les droites et les cercles, difféomorphismes, homéomorphisme qui conserve les voisinages des points) et sur l’intérêt que peut apporter l’enseignement d’une activité qui présente une transformation affine qui ne conserve pas les mesures mais le parallélisme, comme le souligne Walter (2000-2001).

> Or une isométrie est concevable autant par ce qu'elle est que par ce qu'elle refuse d'être. Pour rendre compte à l'élève de ce que sont les isométries, et par là même leurs invariants, ne faudrait-il pas lui présenter des transformations qui soient des transformations *déformantes*, qui *transforment vraiment*, tel que la symétrie oblique par exemple ? (p. 39)

Cette première problématique a été rediscutée lors de séances après la leçon (SC13 – 56:40 – 57:31 & SC14 – 58:51 – 1:00:31), une enseignante demande pourquoi on appelle une isométrie une transformation alors que « le poisson il est complètement identique ». La justification mathématique est faite par un autre enseignant qui précise qu’il s’agit bien d’une transformation du plan et non uniquement du poisson. Dans le second passage, le facilitateur confirme la justification mathématique apportée par l’enseignant et précise qu’un des problèmes de l’activité « Dans l’aquarium » est qu’il y a des images par plusieurs isométries de la même figure initiale, ce qui masque le fait que c'est le plan entier et non la figure qui est transformé par isométrie.

Deuxième problématique : liens entre transformations géométriques et mouvement

Une deuxième problématique liée à l'enseignement des transformations géométriques est le lien entre les transformations géométriques et la notion de mouvement. Le GLS a pris le parti d'associer les transformations géométriques à la notion de mouvement sans en discuter les liens. Certains auteurs (par exemple Bkouche, 1991) incitent à commencer l'enseignement des transformations géométriques en primaire par le mouvement. L'enseignement des transformations géométriques pourrait alors s'appuyer sur des ostensifs tels le retournement ou le pliage pour la symétrie axiale, le mouvement de translation rectiligne pour la translation et le mouvement de pivot autour d'un point pour la rotation. Selon Bkouche (1991), ne pas s'appuyer sur le mouvement constituerait même un obstacle et il met en avant une problématique dans l'enseignement des transformations géométriques :

> D'abord le mouvement, via les translations et les rotations ; vouloir définir celles-ci sans faire appel au mouvement constitue un obstacle, non seulement à leur appréhension en tant que telle, mais aussi à la compréhension de la distinction entre le déplacement comme mouvement et le déplacement comme transformation géométrique. C'est dire qu'on ne peut faire l'économie du mouvement si l'on veut introduire translations et rotations dans l'enseignement de la géométrie [...]. (p. 135)

Dans le PER en 5-6H, il est préconisé d'utiliser du matériel pour tracer le symétrique d'une figure par translation ou symétrie axiale « Reproduction d'une figure plane par translation ou par symétrie axiale au moyen de matériel *(papier-calque, papier à réseau, ciseaux, miroir…)* » et à partir de la 7-8H, d'utiliser des instruments de géométrie. Par l'utilisation de matériel pour la construction, le PER semble induire aussi l'appui sur le mouvement pour enseigner les transformations géométriques. Cet enseignement en s'appuyant sur le mouvement semble être une première étape dans la mesure où les enseignants ont conscience qu'une transformation géométrique n'est pas un mouvement et des conceptions erronées induites par cet enseignement.

> L'utilisation des concepts de mouvement et de déplacement semble limiter le risque d'importer des conceptions erronées. Toutefois, une limite, soulignée par Bkouche lui-même, tient à la nécessité de préciser les notions de mouvement et de déplacement, indépendamment du temps et des positions intermédiaires prises par les objets en mouvement. (Chesnais, 2009, p. 35)

Parmi les conceptions erronées de ce type d'enseignement, l'isométrie ne sera pas associée à une transformation du plan en entier mais seulement à la figure ou au demi-plan. Chesnais

(2009) souligne les limites et les conceptions erronées de cet enseignement dans le cas de la symétrie axiale :

> En ce qui concerne la symétrie, le miroir ne permet pas de concevoir que la symétrie est une transformation du plan tout entier et pas d'un demi-plan dans un autre ni qu'elle fonctionne « dans les deux sens ». Par exemple, si les élèves associent symétrie axiale et miroir, il leur sera difficile de concevoir le symétrique d'une figure coupée par l'axe. D'autre part, un travail sur les axes de symétrie fondé sur des dessins figuratifs a pour conséquence de privilégier les cas particuliers liés aux axes verticaux et horizontaux, ceux-ci étant de loin les plus représentés dans le concept quotidien, sans que cela corresponde à une légitimité géométrique. (p. 34)

Le GLS a discuté de la conception erronée induite par l'activité « Dans l'aquarium », à savoir que l'isométrie est une transformation seulement de la figure initiale après la leçon (SC14 – 58:51 – 1:00:31).

Troisième problématique : aspects statique et dynamique d'une transformation géométrique

La symétrie axiale présente un caractère à la fois dynamique (comme transformation ou mouvement) et statique (comme invariance ou régularité) (Ibid.). Chesnais (pp. 36-37) définit alors quatre paliers pour concevoir l'aspect statique : le palier 1 (concept quotidien, perceptif : idée de régularité), le palier 2 (si on plie la figure, il y a superposition, instrumentée), le palier 3 (l'image de ce qui est d'un côté de l'axe par la symétrie est ce qui est de l'autre côté de l'axe, transformation d'un demi-plan dans un autre), le palier 4 (concept scientifique : notion d'invariance, l'image de la figure par la symétrie est la figure elle-même). Selon elle, le lien entre aspects statique et dynamique ne s'établit qu'à partir du palier 3 (même si l'idée de transformation est implicite dans le pliage au palier 2). Par ce processus en paliers, les élèves de 6ème[46] passent d'un « paradigme où la perception et l'expérience concrète jouent un rôle important à un paradigme où elles sont mises en arrière-plan derrière un certain formalisme » (p. 37). Le GLS n'a pas discuté des aspects dynamiques et statiques des transformations géométriques avant la leçon et a relié les transformations géométriques directement à l'idée de mouvement : le terme de mouvement est employé pour désigner une transformation (SC12- 49:33-49:39), les termes de dessiner/faire/produire une symétrie/rotation/translation pour tracer le symétrique d'une figure par symétrie/rotation/translation (SC13- 43:22-43:26 & 1:04:07-1:04:44). Le GLS a discuté des notions d'invariance pour chaque isométrie seulement après la leçon (SC14- 1:09:14-1:13:59).

[46] Dans sa thèse, Chesnais étudie la symétrie axiale au niveau 6ème (première année du secondaire en France) qui correspond au niveau 8H (dernière année du primaire en Suisse romande).

Quatrième problématique : aspect d'invisibilité d'une transformation géométrique

Une transformation géométrique est invisible, seules les figures sont visibles. « La transformation géométrique elle-même n'est jamais directement représentée : on ne représente toujours que son axe, puis des figures et leurs symétriques, la transformation elle-même restant invisible, ce qui peut représenter un obstacle à la fois pour l'apprentissage et pour l'enseignement » (Ibid., p. 35). Cet aspect de l'invisibilité d'une isométrie et la définition de ce qu'est une isométrie ne sont pas discutés avant la leçon, il en résulte une confusion entre l'isométrie et l'image par isométrie de la figure initiale. Dans le plan de leçon, il en résulte un amalgame entre l'objectif de la phase 1 de la leçon qui est la production de transformations de nature différente et la consigne donnée aux élèves qui est de produire des poissons dans des positions différentes.

Cinquième problématique : reconnaissance et catégorisation des quatre isométries

L'activité « Dans l'aquarium » consiste à tracer des figures isométriques à la figure initiale puis à repérer les isométries qui ont permis de passer de la figure initiale à chacune des autres figures produites par les élèves. Cette activité présente plusieurs difficultés : d'une part, il s'agit d'identifier des isométries au programme du PER (symétrie axiale, translation, rotation) ou hors programme du PER (symétrie glissée). Le cas des symétries glissées n'est pas anticipé lors des séances précédant la leçon. D'autre part, dans cette activité, la reconnaissance et la catégorisation de l'isométrie sont directement liées avec le mouvement qu'effectue l'élève avec un chablon ou un calque pour passer de la figure initiale à la figure image. Or, plusieurs mouvements permettent de passer d'une figure à une figure isométrique, dont un seul, « le plus élémentaire », le prototypique, permet de caractériser l'isométrie. Dans cette activité, l'élève doit donc identifier ces mouvements prototypiques même s'il a reproduit des figures sans nécessairement les avoir réalisés. Le mouvement prototypique associé à une symétrie glissée est le retournement du chablon. Pour la symétrie axiale, le mouvement prototypique est aussi le retournement du chablon (Figure 20 : le point A va sur le point B et inversement, le point C va sur le point D et inversement) puis effectuer un mouvement de translation rectiligne dans la direction de la droite (AB) et on obtient le cas 1 (les figures ne coupent pas l'axe de symétrie) ou le cas 2 (les figures coupent l'axe de symétrie).

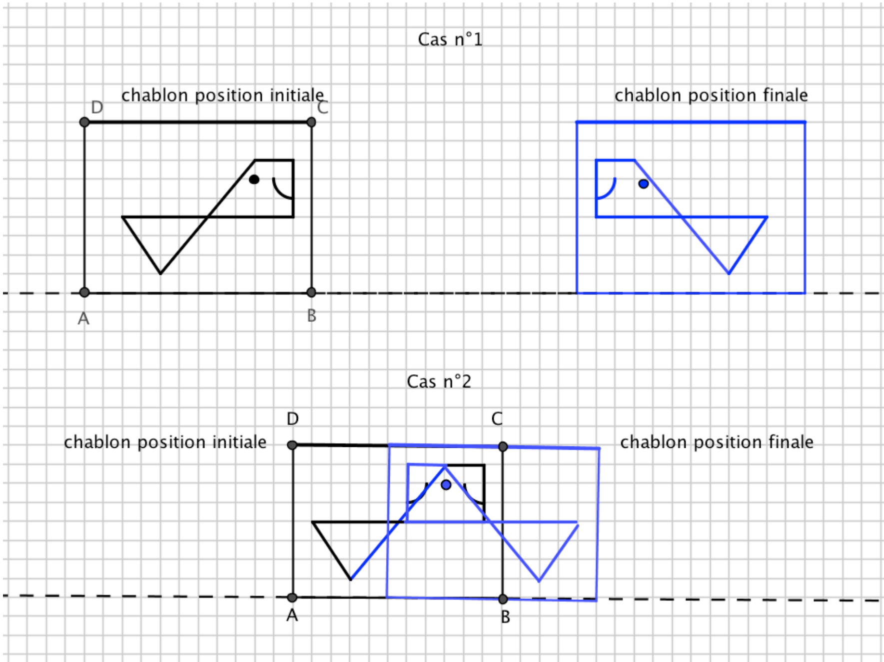


Figure 20 : symétrie axiale

La difficulté de distinction entre symétrie axiale (Figure 20) et symétrie glissée (Figure 21) n'est pas abordée lors des séances de préparation.

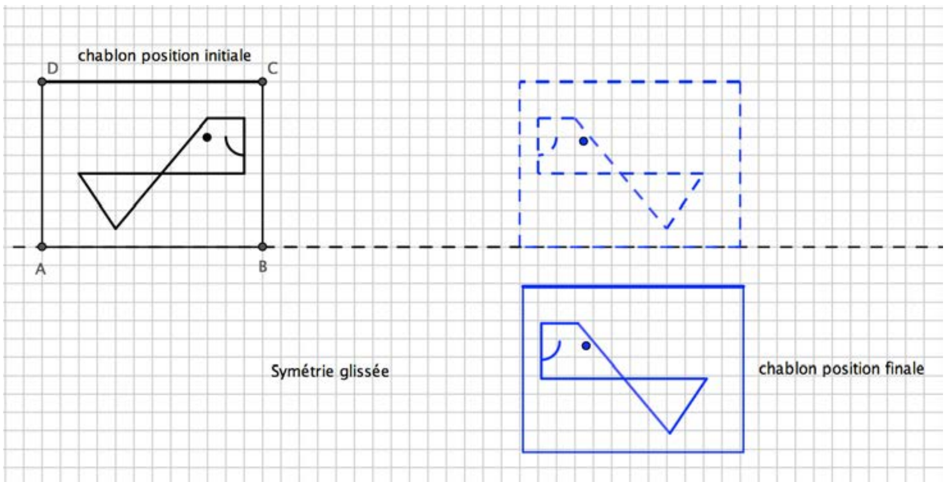


Figure 21 : symétrie glissée

Le mouvement prototypique associé à une translation est le mouvement de translation rectiligne[47] (Ba & Dorier, 2007).

> la conception dynamique des transformations géométriques conduit naturellement à concevoir la translation comme associée à un mouvement nécessairement rectiligne. Ainsi dans le cas des mouvements de translation i1 y a conflit entre ce type de conception et la réalité physique, ce qui n'est pas le cas pour les rotations et les mouvements de rotation. (p. 88)

[47] La particularité d'un mouvement de translation est que tous les points du solide ont des trajectoires parallèles, mais cette trajectoire est quelconque. Ainsi entre deux positions d'un solide rien n'indique que le mouvement a suivi une trajectoire rectiligne comme on l'imagine quand on parle de translation en mathématiques.

Le mouvement prototypique associé à une rotation est le mouvement circulaire autour d'un point. Le GLS n'a pas travaillé cette notion de mouvement prototypique liée aux transformations géométriques et surtout sur le fait que cette étape qui peut être utile dans l'apprentissage des transformations géométriques selon certains auteurs devra être dépassée dans l'enseignement secondaire et qu'elle peut créer des conceptions erronées.

7.3.5 Analyse de la tâche prescrite

7.3.5.1 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques explicités dans la tâche prescrite

Le focus de ce cycle LS est de mettre en œuvre une institutionnalisation des transformations géométriques (reconnaissance, dénomination, propriété). Le GLS a donc prévu de réaliser la leçon en deux phases lors de deux jours consécutifs : la phase 1 se déroule sans observateurs et la phase 2 avec les observateurs du GLS. La phase 1 a pour objectif la production de poissons dans des positions différentes à partir du poisson modèle (voir Figures 19). L'objectif de la phase 2 est de classer les poissons produits par les élèves selon l'isométrie, puis d'institutionnaliser la dénomination des isométries, les propriétés de conservation des mesures et de superposabilité des figures par isométrie. Le PER indique qu'il faut observer les principales propriétés des isométries en 5-6H et qu'il faut les reconnaître, les décrire et les nommer en 7-8H. L'institutionnalisation se situe à deux niveaux : au niveau de la terminologie nouvelle pour les élèves (symétrie, rotation, translation) et au niveau des propriétés des isométries. Les commentaires sur l'activité « Aquarium » (voir Annexe 19) évoquent cette difficulté de passer de l'apprentissage des notions à l'apprentissage des nouveaux termes tant au niveau de l'enseignement que de l'apprentissage en géométrie.

> Les descriptions précédentes utilisent les mots « carré », « sommet », « milieu », « côté », « diagonale », mais avant que ces mots ne deviennent des outils, il y a un long travail d'élaboration, car la terminologie ne s'apprend pas indépendamment de la conception des notions qu'elle recouvre. (Danalet et al., 1999, p. 238)

Ce travail de préparation a donné lieu à la rédaction d'un plan de leçon (voir Annexe 26) que nous décrivons afin d'expliciter les gestes professionnels à mettre en œuvre dans la leçon.

La leçon se déroule en deux temps (environ 45 minutes pour chaque phase).

Phase 1: Les élèves produisent des transformations de nature différente

Phase 2: mise en commun et catégorisation des différents types de transformations isométriques.

La consigne consiste à dessiner le poisson plusieurs fois dans le quadrillage lors de la phase 1. Chaque poisson doit être dans une position différente comme dans l'exemple au rétroprojecteur. L'enseignant laisse l'exemple projeté au rétro pendant toute la leçon. Les élèves dessinent des poissons issus de diverses transformations géométriques et l'enseignant doit observer comment les élèves s'y prennent, quelles transformations sont mises en œuvre, quelles difficultés les élèves rencontrent, quels types de collaborations sont mises en œuvre, quels sont les obstacles et si ça bloque, pour quelles raisons. Dans le but d'avoir plusieurs poissons issus d'isométries différentes, le GLS a prévu trois relances :

- relance 1 : l'enseignant peut autoriser certains élèves à aller voir ce qu'ont fait d'autres élèves
- relance 2 : questionner l'élève, faire avec lui des gestes
- relance 3 : proposer un chablon prédécoupé.

L'enseignant est censé laisser un moment aux élèves pour reprendre leur fiche et éventuellement la compléter au début de la phase 2. Puis, il effectue une mise en commun avec comme support un transparent de la grille et du poisson de départ (voir Figures 19) ainsi qu'un chablon pour faciliter la reproduction de poissons. Il doit également avoir regardé les productions des élèves entre les phases 1 et 2 pour identifier les isométries et pour choisir quelques productions qui serviront de support à la mise en commun de la phase 2. Le but de cette mise en commun est d'amener les élèves à faire un classement des différentes transformations géométriques proposées. L'enseignant donne la consigne suivante : « on va classer vos poissons : comment ? » Océane prévoit de relever dans les productions des élèves celles qui auront une, deux ou trois isométries présentes (SC12 – 12:24 – 12:46 « Partir de ce qu'ils ont fait en disant [...] ceux-là, ils ont fait qu'une seule chose, ceux-là, ils en ont fait deux, ceux-là, ils en ont fait trois »). L'enseignant place ensuite un chablon selon les instructions des élèves, puis le dessine. Il doit faire en sorte d'avoir au moins deux exemples de chaque isométrie pour permettre le classement. Il demande alors aux élèves de classer les poissons et de nommer les transformations. Enfin, il écrit et dessine un exemple pour chaque type de transformation sur un support collectif, le tableau noir, avec l'exemple du F pour l'institutionnalisation. En particulier, les éléments suivants font l'objet d'une institutionnalisation :

- Symétrie (au tableau, axe vertical et sur la fiche d'institutionnalisation, axe oblique)
- Rotation (au tableau, rotation de 90° et sur la fiche d'institutionnalisation, rotation de 55°)

- Translation

Les fiches d'institutionnalisation (voir Annexe 24) ont fait l'objet de discussions tant sur la forme que sur le contenu. Les propriétés de conservation des mesures et le fait que les figures soient superposables par isométrie font partie également de l'institutionnalisation et sont explicités dans le plan de leçon. Sur ces fiches, le GLS décide de tracer des exemples d'isométrie dans des cas non particuliers : l'axe de la symétrie et le vecteur de la translation sont obliques, l'angle de la rotation est aigu. Les enseignants résistent à proposer aux élèves une institutionnalisation dans laquelle les isométries ne sont pas présentées uniquement dans des cas particuliers. Selon Océane, ce choix rend ces fiches plus compliquées pour les élèves (SC12 : 51:4 - 51:56 « Je mettrais la symétrie comme ça (*verticale*) ou comme ça (*horizontale*) », « On va leur compliquer la vie là »). Le GLS a décidé de tracer pour chaque isométrie une seule figure avec son image, afin de lutter contre la conception erronée qui consiste à ne voir la transformation que de la figure et non du plan. Le GLS a discuté de deux possibilités de figures à tracer sur ces fiches et au tableau : des F ou des poissons. Il opte pour le F de sorte à favoriser la décontextualisation (en vue de la généralisation) des connaissances à institutionnaliser, mais aussi pour une raison de facilité de reproduction au tableau.

Dans le plan de leçon, l'enseignant doit écrire les termes « rotation », « translation », « symétrie » avec un exemple qui illustre chaque isométrie. Les enseignants discutent de la possibilité de mettre deux images de la figure initiale pour illustrer chaque isométrie, mais l'un des facilitateurs s'oppose à cette idée (car une isométrie est une transformation du plan) et propose de tracer plusieurs exemples distincts d'isométrie. Il est prévu que l'enseignant distribue ultérieurement une fiche individuelle reprenant ce qui est exposé au tableau noir lors de la leçon.

L'enseignant doit ensuite demander aux élèves de reprendre les productions individuelles et d'identifier l'isométrie entre chaque poisson produit et le poisson initial. Océane anticipe ce qu'elle a l'intention de faire (SC12 - 59:26 – 59:47 « Je la mets simplement sur le rétro [en parlant de la fiche d'institutionnalisation], ils [les élèves] voient les mots et ils mettent ces mots sur leurs poissons et ils regardent ce qu'ils ont fait »). L'enseignant doit prévoir un chablon déjà découpé pour la phase de validation et jusqu'à la fin de la leçon, il circule dans les rangs de la classe.

La liste du matériel prévu est constituée de :

1. Fiche élève avec le poisson de départ déjà dessiné (Figures 19)

2. Des fiches poisson à disposition pour découpage (sur demande ou alors proposé si élève perdu) (Annexe 25) ou prédécoupé pour la phase de validation (une couleur d'un côté, une couleur de l'autre)
3. Papier calque, papier, ciseaux, règles, crayons
4. Fiche institutionnalisation (Annexe 24)
5. Transparent consigne (Figures 19)

7.3.5.2 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques implicites dans la tâche prescrite

Lors de la phase 1, le GLS a prévu des relances dans le cas où les élèves seraient en difficulté pour avoir des poissons issus de plusieurs isométries, mais pas lorsque les élèves seraient en difficulté pour reproduire le poisson modèle. L'enseignant a à sa charge de choisir quelle(s) relance(s) proposer dans ce cas-là, utiliser un chablon puis décalquer ou utiliser le quadrillage et compter les carreaux ? Faut-il présenter une seule stratégie et dans ce cas, laquelle, ou alors plusieurs ? Faut-il donner la relance individuellement ou collectivement ? Faut-il présenter la (les) stratégie(s) aux élèves en difficulté ou à toute la classe ? Ici, l'enseignant doit être en mesure de repérer si les difficultés rencontrées sont de même nature (reproduction de poissons ou production de poissons issus de plusieurs types d'isométries) et le nombre d'élèves concernés par ces difficultés afin de proposer une relance individuelle ou collective. L'enseignant doit choisir les stratégies les plus pertinentes pour chaque difficulté.

Lors de la phase 1, la relance 2 prévue suggère de questionner l'élève et de faire avec lui des gestes. Il reste alors à la charge de l'enseignant d'identifier quel type de transformation a été mis en œuvre ou non sur la fiche de l'élève, de lui faire expliciter sa démarche, c'est-à-dire lui demander de mettre en mots sa démarche de reproduction de figure. Le choix des termes à employer pour expliciter les mouvements associés à chaque type de transformations reste aussi à la charge de l'enseignant. Cette relance peut sous-entendre également d'effectuer des gestes en utilisant un chablon. L'enseignant doit aussi être capable d'identifier les procédures de reproduction de poissons et les difficultés rencontrées par les élèves, de proposer des relances afin que chaque élève soit capable de reproduire un poisson de même dimension que le poisson modèle (en positionnant les sommets sur des nœuds du quadrillage et en utilisant une règle) et de produire des poissons issus de types d'isométries différentes.

Entre les phases 1 et 2, l'enseignant doit identifier les isométries sur les fiches de chaque élève, ce qui implique d'être capable de reconnaître une symétrie glissée. Il doit aussi savoir ce qu’est une isométrie, une symétrie glissée, une symétrie axiale, une rotation et une translation.

Dans ce plan de leçon, les objectifs sont explicités mais pas les modalités pour les atteindre : par exemple, « le but est d’amener les élèves à faire un classement des différentes transformations géométriques ».

Lors de la phase 2, l’enseignant doit choisir quelle modalité mettre en place pour effectuer le classement des isométries. Une première possibilité peut être de demander aux élèves de tracer une flèche du poisson initial à chaque poisson en écrivant le nom de l’isométrie sous la flèche. Une deuxième possibilité peut être de demander aux élèves d’entourer (ou de repasser en couleur...) chaque poisson issu d’un même type d’isométrie en utilisant un code pour chaque type d’isométries. Une troisième possibilité peut être de demander aux élèves d’entourer le poisson initial et un poisson issu d’une isométrie et d’utiliser le même code pour chaque type d’isométries.

Le plan de leçon ne précise pas s’il faut identifier les isométries entre le poisson initial et chaque poisson produit ou alors entre deux poissons produits.

7.3.6 Étude de la réalisation de la tâche

7.3.6.1 Déroulement et activités proposées

Voici le déroulement et les activités proposées par Océane lors de la phase 1.

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l’enseignante	Activités proposées aux élèves par l’enseignante
0 - 0:06:04	collectif	Lecture et explication collective de la consigne et de l’exemple rétroprojeté	Océane demande aux élèves : - si le quadrillage est une aide - ce qu’ils remarquent en regardant les poissons - ce que signifie « mêmes poissons » suite à l’intervention d’un élève	Deux élèves lisent la consigne à voix haute. Les élèves doivent expliquer ce qu’ils voient sur l’exemple (Figures 19)
0:06:04 – 0:07:19	individuel	Production de poissons	Océane distribue les fiches élèves (Figures 19) et réexplique individuellement à quelques élèves le travail demandé	Les élèves produisent des poissons sur leur fiche élève
0:07:19 – 0:08:12	collectif	Intervention d’Océane	Océane répète la question d’un élève (Anatole) à la classe : pourquoi le poisson de la fiche élève n’est pas le même que celui de l’exemple projeté ?	Les élèves doivent répondre à la question
0:08:12 – 0:12:12	individuel	Production de poissons	Océane circule dans la classe	Les élèves produisent des poissons sur leur fiche

0:12:12 - 0:21:27	collectif	Mise en commun Au tableau, Océane et un élève produisent un poisson sur un quadrillage	Océane explique comment tracer un poisson sur un quadrillage au tableau Océane propose un chablon à tous les élèves	Les élèves expliquent leurs procédures de reproduction d'un poisson sur un quadrillage
0:21:27 - 0:33:55	individuel	Production de poissons	Océane circule dans les rangs, demande aux élèves s'il y a d'autres poissons que ceux qu'ils ont déjà produits sur leur fiche, elle répond aux questions des élèves	Les élèves produisent des poissons sur leur fiche, certains vont à la fenêtre pour décalquer
0:33:55 - 0:34:42	collectif	Rappel de la consigne	Océane rappelle aux élèves que les poissons doivent être dans des positions différentes	
0:34:42 - 0:36:11	individuel	Production de poissons	Océane circule dans les rangs, répond aux questions des élèves	Les élèves continuent
0:36:11 - 0:36:32	collectif	Relance d'Océane	Océane relance les élèves en leur demandant de regarder les productions d'autres élèves pour prendre des idées de poissons dans différentes positions	
0:36:32 - 0:38:14	individuel	Production de poissons et comparaison des fiches entre élèves	Océane circule dans la classe, interroge les élèves individuellement	Les élèves continuent de produire des poissons et comparent leurs fiches
0:38:14 - 0:38:16	collectif		Océane rappelle aux élèves d'écrire leur prénom sur la feuille	
0:38:16 - 0:40:54	individuel	Production de poissons et comparaison des fiches entre élèves	Océane circule dans la classe et demande aux élèves si leurs poissons sont tous dans des positions différentes	Suite
0:40:54 - 0:49:17	collectif	Gestion de classe de 40:54 – 43:45 Synthèse des procédures, moment réflexif sur la difficulté ressentie par rapport aux différentes procédures	Océane demande aux élèves s'ils ont trouvé l'activité facile ou difficile et pourquoi	Les élèves expliquent les procédures qu'ils ont mises en œuvre (en plaçant des points, à l'envers, en comptant, en décalquant) et lesquelles ils ont trouvées difficiles

Tableau 43 : Descriptif du déroulement effectif de la phase 1 de la leçon

Voici le déroulement lors de la phase 2 de la leçon de recherche. Océane a tracé un poisson sur le quadrillage au tableau avant le début de la leçon.

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités proposées aux élèves par l'enseignante
0-5:29		Installation		
5:29-10:08	collectif	Rappel de la phase 1	Océane demande aux élèves ce qui a été fait lors de la phase 1, puis, de produire un ou deux poissons supplémentaires dans des positions différentes	Un élève demande pourquoi le poisson sur l'exemple projeté n'a pas la même forme que sur leur fiche
10:08-14:37	individuel	Production de 1 ou 2 poissons	Océane distribue les chablons aux élèves qui en ont besoin, circule dans les rangs, vérifie que les élèves complètent leur fiche	Les élèves complètent leur fiche en produisant des poissons
14:37-34:12	collectif	Mise en commun des procédures des élèves (14:37-17:41), synthèse sur le vocabulaire (17:41 – 21:37), mise en commun des procédures (21:37- 23:28), synthèse sur le vocabulaire (23:28 – 27:51) et institutionnalisation (27:51 – 34:12)	Océane institutionnalise les termes de « translation », « rotation » et « symétrie » à partir des trois fiches projetées au rétro. Elle demande aux élèves de reconnaître si les poissons tracés sur leur fiche sont issus d'une translation, d'une rotation ou d'une symétrie Elle distribue les chablons	Trois élèves (Grégoire, Élodie, Laure) expliquent leur procédure pour tracer les poissons
34:12-36:39	individuel	Reconnaissance de poissons issus d'une translation, rotation, symétrie	Océane circule dans les rangs, aide les élèves à reconnaître les isométries sur leur fiche (référence au tableau, utilisation de chablon)	Les élèves mettent en place des procédures (avec chablon ou non) pour reconnaître l'isométrie dont est issu leur poisson
36:39-38:27	collectif	Mise en commun sur les procédures de reconnaissance de symétrie	Océane demande à une élève puis montre comment se servir d'un chablon pour contrôler qu'un poisson soit issu d'une translation, d'une rotation ou d'une symétrie	
38:27-41:49	individuel	Suite du travail de reconnaissance de poissons issus d'une translation, rotation, symétrie	Océane circule dans les rangs et aide individuellement les élèves	Les élèves continuent à identifier les isométries
41:49-49:52	Collectif	Mise en commun des isométries identifiées	Océane explique aux élèves que certains poissons sont issus d'une seule isométrie et d'autres poissons sont issus de deux isométries (symétrie et rotation, symétrie et translation, rotation et translation)	Une élève au rétroprojecteur explique quelle(s) isométrie(s) elle a trouvée(s) et déplace un chablon pour les illustrer

Tableau 44 : Descriptif du déroulement effectif de la phase 2 de la leçon

7.3.6.2 Analyse didactique *a posteriori* des deux phases de la leçon

i. Formes globales de travail

Le travail collectif occupe un pourcentage de temps moins important lors de la phase 1 (production des poissons) que lors de la phase 2 (mise en commun et institutionnalisation) et inversement pour le travail individuel, ce qui est cohérent par rapport au plan de leçon.

		phase 1	phase 2
Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=418)	100 (N=387)
TRACOL	en collectif	53	77
TRAGPE	en groupe	0	0
TRAATEL	en atelier	0	0
TRAIND	en individuel	47	23

Tableau 45 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon de recherche dans la classe d'Océane

Les rappels à l'ordre lors de la phase 1 sont plus nombreux que lors de la phase 2 (17 interventions lors de la phase 1, dont 5, pour rétablir une posture d'écoute et 12 pour rétablir le calme). Elle le souligne elle-même (phase 2 : 13:59 - 14:37 « ils ont jamais été aussi sages, hein ? »). Les rappels à l'ordre servent à replacer les élèves dans une posture d'écoute : (phase 2 - 21:39 - 21:40 « voilà t'écoutes » ; phase 1 - 37:29 - 37:34 « les autres, vous écoutez parce que j'aimerais bien que vous donniez des pistes à d'autres enfants qui sont un peu bloqués » ; 30:03.2 - 30:18.7 Océane s'adresse aux élèves à la fenêtre : « j'aimerais bien que ça se fasse dans la bonne entente. Sinon, vous allez retourner à votre place si vous réussissez pas »). Nous pouvons expliquer ces différences par la présence de nombreux observateurs[48] et par le dispositif de travail de la phase 1 avec beaucoup d'élèves qui reproduisent les poissons par transparence à la fenêtre, ce qui crée plus de déplacements d'élèves et donc une gestion de classe différente.

Le pourcentage de temps de travail dévolu aux interventions des élèves ainsi que le pourcentage d'interventions d'Océane sont identiques entre les deux phases, ce qui est intéressant à remarquer car les dispositifs de travail sont de nature différente. Lors de la phase 2, Océane sollicite plus les élèves que lors de la phase 1, ce qui semble en accord avec une mise en commun impliquant de nombreuses interventions d'élèves.

[48] Il y avait 11 observateurs : un facilitateur, sept enseignants, une assistante et deux stagiaires d'Océane.

		phase 1	phase 2
Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail	% du temps de travail
Océane RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	78 5	79 1
PAR	Interventions des élèves	22	21
	Total	100 (N=418)	100 (N=387)

Tableau 46 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon de recherche dans la classe d'Océane

Pour conclure, les pourcentages d'interventions des élèves et de l'enseignante sont identiques lors des deux phases. Le pourcentage de rappels à l'ordre est beaucoup plus faible et les rappels à l'ordre sont de nature différente lors de la phase 2.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâches attendue et prescrite par Océane aux élèves

Océane attend de ses élèves qu'ils effectuent l'activité « Dans l'aquarium », la tâche qu'elle attend est en cohérence avec le plan de leçon. Elle demande aux élèves de lire la consigne et la reformule. Pour enrôler ses élèves dans l'activité mathématique, elle commence la phase 1 par une devinette qui est hors du contexte mathématique (phase 1 - 0:00 - 0:29 « Petite devinette. On va travailler sur quelque chose qui est proche de nous mais qui en même temps n'a pas grand-chose à voir avec des élèves. Qu'on voit tous les jours sauf le samedi dimanche. Et puis qu'on étudie aussi »). Un aquarium est disposé avec des poissons dans le fond de la classe et des sets décorés avec des poissons sont disposés sur les tables des élèves. Elle étudie les poissons en sciences avec sa classe (SC10 - 1:30:33 – 1:30:37). Comme réponse à la devinette, les élèves vont suggérer « les maths », puis « la géographie » et enfin, un élève annonce « des poissons » (phase 1 - 1:24 - 2:10). La mise en contexte par une devinette a été observée dans une autre de ses leçons. Elle essaye ainsi d'intéresser et de motiver ses élèves à l'activité demandée, mais aussi d'une certaine manière de mettre en relation les différentes disciplines : le contexte d'une activité mathématique avec les sciences.

iii. Aides apportées par l’enseignante

Nom du nœud	Descriptif	phase 1 % du temps de travail	phase 2 % du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l’enseignante	16 (N=48)	9 (N=15)
AIDP1	Aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques par l’enseignante	0	0
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques	13 (N=32)	2 (N=3)
AIDC1	Aide collective avec réduction des exigences mathématiques	0	0

Tableau 47 : Les aides de l’enseignante pendant la leçon de recherche du cycle b dans la classe d’Océane

Océane ne réduit pas ses exigences mathématiques lorsqu’elle apporte des aides aux élèves et apporte des aides collectives et personnelles pendant les deux phases.

iv. Mise en commun des procédures des élèves

Nom du nœud	Descriptif	phase 1 % du temps de travail	phase 2 % du temps de travail
MEC1	Mise en commun	19 (N=110)	14 (N=70)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l’enseignante	13	6
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	3 <1%	2 <1%
	autre (rappels à l’ordre, gestion de la classe, questions d’élèves...)	3	6

Tableau 48 : Mise en commun pour la leçon de recherche du cycle b dans la classe d’Océane

Océane organise une mise en commun des procédures de reproduction du poisson sur un quadrillage (phase 1- 12:12 – 21:27) puis trois mises en commun lors de la phase 2 : la première (14:37-27:51) a pour objectif de préparer l’institutionnalisation des termes translation, rotation et symétrie à partir du vocabulaire déjà connu des élèves. Selon elle, les termes à institutionnaliser doivent venir des élèves (SC13 - 1:18:37 - 1:19:37). La deuxième (36:39 – 38:27) est une mise en commun des procédures pour identifier une symétrie à l’aide d’un chablon et la troisième (41:49 – 49:52) sert à distinguer les poissons qui sont issus soit d’une symétrie, rotation, translation, soit de deux isométries (d’une symétrie glissée). Elle a choisi les productions de trois élèves (Grégoire, Élodie, Laure) car elles présentent toutes les isométries possibles (SC13 - 1:52:04 - 1:52:15 « J'ai choisi. C'est clair que j'ai pas pris n'importe lequel »). Nous analysons ses interventions lors du passage de ces trois élèves lors de la mise en commun.

Mise en commun - Grégoire (phase 2 - 16:04 – 21:05)

Sur la fiche de Grégoire (voir Annexe 28), nous pouvons identifier des translations et des rotations du poisson initial.

> 17:41 - 19:35 Océane : comment est-ce qu'on appellerait quand on fait comme ça (*elle fait un mouvement de rotation*). Est-ce qu'on pourrait lui donner un mot ?
> Grégoire : tourner... Déplacer.
> Océane : alors, de toute façon, on a tous déplacé, ils sont tous déplacés. T'es d'accord ?
> Grégoire : oui.
> Océane : tu as tourné, c'est pas mal. [...]
> Grégoire : déplacé.
> Océane : déplacé. Celui-là t'as fait quoi ? [...]
> élève : il a fait pivoter.
> Océane : il a fait pivoter. Voilà, lui, il a dit tourner, toi pivoter. Très bien. [...]

L'objectif d'Océane est de faire caractériser les mouvements associés à une translation et à une rotation par deux termes distincts. Le terme de « déplacer » pose problème car les déplacements au sens mathématique désignent les translations et les rotations. Elle valide les termes de « tourner » et « pivoter » pour décrire l'action qui consiste à déplacer le chablon du poisson initial au poisson-image par rotation.

> 19:55 - 20:25 Océane : il a fait quoi entre ici et ici *(Océane fait un mouvement de translation rectiligne).*
> Grégoire : là, il va au fond, on peut dire.
> Océane : non, mais on ne va pas dire où il va, à l'endroit où il va. Mais, est-ce qu'il s'est déplacé ? Est-ce qu'il a tourné ? Est-ce qu'il a pivoté ? Qu'est-ce qu'il a fait ?
> Grégoire : il s'est déplacé.
> Océane : il s'est déplacé simplement. De là à là, il s'est simplement déplacé. [...]

Elle emploie les termes de « déplacer simplement » pour décrire le mouvement qui consiste à déplacer le chablon du poisson initial au poisson-image par translation rectiligne, pour le distinguer de la rotation.

Mise en commun - Élodie (21:37 – 24:14)

Sur la fiche d'Élodie (voir Annexe 29), nous pouvons identifier des translations, des rotations et des symétries glissées du poisson initial. Océane lui demande de comparer les deux poissons obtenus par symétrie glissée de sa fiche (Élodie a disposé le chablon sur le poisson-image par symétrie glissée du poisson initial - Figure 22) avec la production de Grégoire (Annexe 28).

> 21:56 - 22:30 Océane : tu l'as retourné, d'accord. Est-ce que c'est la même chose que Grégoire ? [...]
> plusieurs élèves : non.
> Océane : qu'est-ce qui est différent ?
> Laure : lui, il a fait aller en arrière. [...]
> Océane : hum hum et Élodie, qu'est-ce qu'elle a fait ?
> Laure : elle a fait monter, elle a retourné.

Océane : elle a retourné, d'accord. Très bien. [...]

Océane valide le terme « retourner » pour désigner une symétrie glissée. Une confusion entre la symétrie et la symétrie glissée commence à s'instaurer car elles sont désignées par le même mouvement qui est de retourner le chablon sans prendre en considération l'axe de la symétrie.

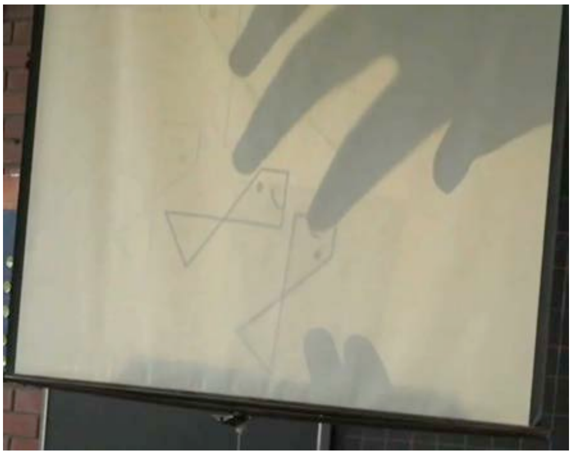


Figure 22 : Mise en commun – production d'Élodie avec le chablon (transparent) disposé sur le poisson-image par symétrie glissée du poisson initial (phase 2 image prise à 21:50)

Elle demande de désigner le mouvement qui correspond à une rotation, mais va valider celui qui correspond à une symétrie ou symétrie glissée.

23:04 - 24:42 Océane : alors, entre celui-là, celui du début et celui-là, qu'est-ce qui a changé ? (*voir* Figure 22 *et Annexe 29 : le poisson initial et le poisson le plus haut sur la fiche sont en rotation et le centre de cette rotation se trouve « entre les deux »*)
Élodie : c'est pas dans le même sens.
Océane : c'est pas dans le même sens, après ?
Élodie : ça tourne.
Océane : est-ce que t'as pas ? Justement ce que je veux faire voir, c'est si tu as fait comme Grégoire ? Tu l'as simplement tourné.
Élodie : non.
Océane : fait pivoter ou bien.
Élodie : j'ai fait comme ça en fait.
Océane : d'accord, alors ça, on a dit, tout à l'heure, tu as dit un mot, tu l'as ?
Élodie : mis à l'envers.
Océane : mis à l'envers ou retourné. D'accord. Très bien, tu l'as retourné. (*les deux poissons sont en rotation et non en symétrie glissée*) D'accord. Est-ce que, moi je vous pose une question. Est-ce que ce que Élodie a fait et ce que Grégoire a fait, c'est plus ou moins la même chose ?
Élève : non.
Océane : ou bien, c'est vraiment différent ? Nelly ?
Nelly: c'est pas la même chose qui change (?) à part que ça, c'est sur (*inaudible*) et que... changé et déplacé de quelque chose qu'il a fait (?).
Océane : d'accord.
Nelly: (*inaudible*)
Océane : ok. Et Nathalie, qu'est-ce que tu peux dire ?
Nathalie : bien lui, il a décalqué et puis elle, non, elle a fait des points.

Océane : voilà bon il y a aussi ça. En fin de compte, on voit la même chose. Je veux dire les poissons ils sont là. T'as fait à la règle voilà.
Élodie : j'ai fait à la règle mais j'ai pas décalqué.
Océane : ça d'accord, mais en fin de compte, les poissons sont là. Puis, on a vu que les poissons, c'est pas la même chose, vous avez pas fait la même chose ou. On va demander à quelqu'un d'autre de venir. [...]

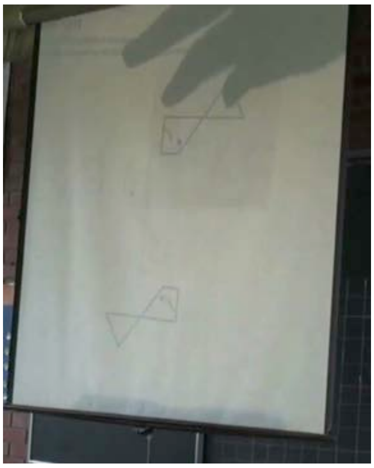


Figure 23 : Mise en commun – production d'Élodie avec le chablon (transparent) disposé sur le poisson-image par rotation du poisson initial (vidéo à 23:10)

Elle demande aux élèves d'identifier des caractéristiques qui pourraient être communes et distinctes pour les trois isométries. Sa conclusion « En fin de compte, on voit la même chose. Je veux dire les poissons ils sont là » peut être interprétée comme une observation en acte de la propriété de conservation des mesures et de superposabilité des figures par isométrie. Puis, elle rajoute « mais en fin de compte, les poissons sont là. Puis, on a vu que les poissons, c'est pas la même chose, vous avez pas fait la même chose ou... ». Le manque d'explicitation de ses conclusions n'est pas favorable à la construction de connaissances mathématiques pour les élèves.

Mise en commun - Laure (24:42 – 27:51)

Nous retrouvons la confusion entre symétrie et symétrie glissée. Océane demande à Laure si elle a fait comme Grégoire ou comme Élodie, Laure présente alors la symétrie d'axe vertical du poisson initial et répond qu'elle a fait comme Élodie (qui avait réalisé une symétrie glissée).

24:56 – 25:25 Laure : je l'ai retourné.
Océane : tu l'as retourné. T'as fait comme qui ? Comme Élodie ou comme Grégoire ?
Laure : comme Élodie.
Océane : comme Élodie. Alors, comment est-ce qu'on appelle vous vous rappelez ? On avait fait des fiches comme ça, quand on met quelque chose en face et puis que c'est retourné. *(Océane a placé deux poissons en symétrie axiale au rétro en positionnant le poisson sur calque).*
Sam(?) : c'est un miroir.

> Océane : et voilà, c'est un effet de miroir.
> Élève : un axe de symétrie.
> Océane : voilà un axe de symétrie. D'accord ? C'est-à-dire qu'ils se regardent *(Océane fait un mouvement avec ses bras)* et puis on retourne l'image comme ça. D'accord. Donc, toi tu as fait un axe de symétrie.

Le terme « tourner » est employé dans deux sens :

- « retourner » pour le mouvement associé à une symétrie ou une symétrie glissée

> 27:03 - 27:17 élève : elle a tourné le (?).
> Océane : donc elle a fait ?
> Élève : elle a fait un axe de symétrie.
> Océane : elle a fait un axe de symétrie. Très bien. [...]

- « Pivoter » pour le mouvement prototypique d'une rotation (28:50 - 29:29 *Océane a tracé au tableau trois F « en rotation »* « Comment est-ce qu'on appelle ce moment où justement il tourne ? Il pivote ? »).

v. Temps de recherche des solutions par les élèves

		phase 1	phase 2
Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	50 (N=200)	23 (N=78)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	0	0
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	11	12
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	6	2
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	6	3
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	27	6

Tableau 49 : Moment de recherche pour la leçon de recherche du cycle b dans la classe d'Océane

Les élèves doivent produire des poissons pendant la phase 1 : le temps de recherche est donc plus important que pendant la phase 2. Lors des moments de recherche individuelle dans les phases 1 et 2, Océane circule dans les rangs, observe l'activité des élèves et leur fait expliciter leurs procédures. Elle ne « survole » pas l'activité des élèves, elle s'assure que chacun puisse s'engager dans l'activité y compris les élèves absents lors de la phase 1 et les élèves en difficulté (phase 1-6:19-6:29; 7:00-7:03; 10:45-11:16 & phase 2-13:08-13:24). Elle demande aux élèves d'expliciter leurs procédures de manière individuelle (phase 1-24:12-24:25; 36:54-37:03 & phase 2-38:48-38:57; 39:10-39:24).

iv. *Synthèse*

Nom du nœud	Descriptif	phase 1 % du temps de travail	phase 2 % du temps de travail
SYN	Synthèse	11 (N=40)	18 (N=104)
SYNC0	décontextualisée	0	1
SYNC1	contextualisée	11	17
SYNH0	pas de hiérarchisation des procédures des élèves	11	18
SYNH1	hiérarchisation des procédures des élèves	0	0
SYNP0	pas de prise en compte des procédures des élèves pendant la synthèse	0	0
SYNP1	prise en compte des procédures des élèves pendant la synthèse	11	18

Tableau 50 : Moment de recherche pour la leçon de recherche du cycle b dans la classe d'Océane

À la fin de la phase 1, Océane réalise une synthèse (43:45 – 49:17) en prenant en compte les procédures des élèves, mais sans les hiérarchiser. Elle demande aux élèves d'expliciter les procédures mises en œuvre et d'exprimer leur ressenti sur la difficulté.

> 43 :45 - 46:31
> Océane *(à la classe*) : voilà. Petite question : *(Océane a ramassé les feuilles des élèves et elle les tient à la main*) par rapport à cette activité, comment est-ce que vous l'avez trouvée ? Facile ? Difficile ? Et puis dans ce que vous avez trouvé facile ou difficile, j'aimerais bien que vous me disiez pourquoi ? [...]
> Grégoire : Moi, l'exercice, au tout début, je ne décalquais pas et je trouvais un peu dur, parce que je ne comprenais pas trop, mais après, vous avez montré des feuilles là-bas, après j'ai pris, après, j'ai décalqué. [...] et après c'était facile. [...]
> Mélodie : moi, j'ai trouvé facile. En fait, j'ai fait comme Danielle, j'ai mis les points et après, j'ai relié entre eux. [...]

Océane a organisé une mise en commun des procédures de production de poissons par Grégoire, Laure et Élodie puis elle demande aux élèves comment ils nomment la rotation (voir extrait 17:41 - 19:35). Elle demande aux élèves de choisir à quel mouvement (déplacer, tourner, pivoter) correspond une translation (voir extrait 19:55 - 20:25). Elle n'a pas validé le terme « déplacer » pour le mouvement qui correspond à une rotation, en revanche, dans le cas de la translation, elle valide ce terme mais y rajoute l'adverbe « simplement ». En effet, elle a dit que tous les poissons avaient été « déplacés » mais elle a besoin d'un terme supplémentaire pour différencier la translation des autres isométries. Puis, elle fait de même pour la symétrie en demandant à quel mot correspond le mouvement d'une symétrie (Phase 2- 23:23.4 - 23:40) et valide une proposition d'élève qui confond l'axe de symétrie et la symétrie (Phase 2 - 25:02.0 - 25:25).

L'objectif de cette synthèse est de repérer le vocabulaire des mouvements associés à chaque isométrie : pivoter/tourner pour une rotation, simplement déplacer pour une translation, mis à l'envers/retourné/miroir/axe de symétrie pour une symétrie. Puis, à partir de ce vocabulaire connu des élèves, Océane institutionnalise les termes de rotation, symétrie et translation.

v. Institutionnalisation

		phase 1	phase 2
Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail	% du temps de travail
INSN1	Institutionnalisation	0	22 (N=60)
INSND0	Pas de dépersonnalisation et pas de décontextualisation du savoir	0	1
INSND1	Dépersonnalisation et décontextualisation du savoir	0	21
INSNR0	Pas de réorganisation du savoir rencontré avec ancrage de l'ancien dans le nouveau savoir	0	16
INSNR1	Réorganisation du savoir rencontré avec ancrage de l'ancien dans le nouveau savoir	0	6

Tableau 51 : Institutionnalisation lors de la leçon de recherche du cycle b dans la classe d'Océane

Océane a tracé trois figures, la lettre majuscule F, en rotation autour d'un centre (Phase 2 - 26:10 – 28:43) et institutionnalise ce qu'est une rotation, en identifiant la rotation qui transforme le premier F en le troisième (le second étant une position intermédiaire). Elle fait de même avec les termes « translation » et « symétrie » (Phase 2 - 28:50 – 30:37) et laisse la confusion entre axe de symétrie et symétrie. Au tableau, elle trace un F, puis un axe de symétrie et l'image de F par symétrie. Elle précise « ça s'appelle une symétrie hein », mais le « ça » ne se réfère pas explicitement à l'isométrie, laissant la confusion possible.

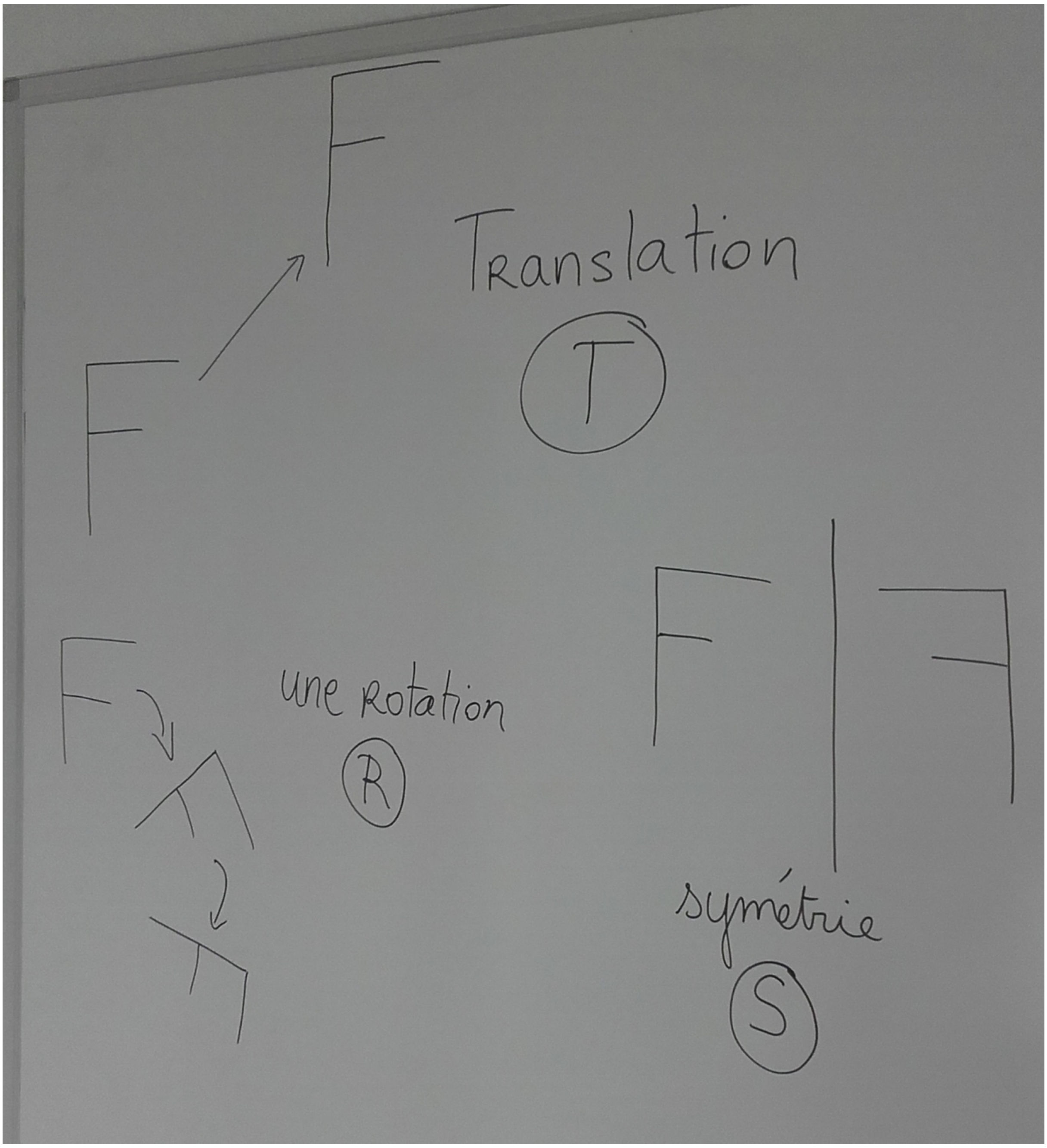


Figure 24 : Reconstitution du tableau noir dans la classe d'Océane – phase 2

7.3.7 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

7.3.7.1 Modification du matériel et des formes globales de travail

Océane modifie le matériel mis à la disposition des élèves pendant les phases 1 et 2 : elle leur propose d'utiliser un poisson tracé sur un rectangle en papier-calque que l'on va nommer « chablon ». Le poisson sur papier calque proposé peut donc être utilisé comme un chablon (si les élèves découpent le contour) ou comme du papier calque (avec le « premier décalquage » du poisson déjà réalisé). Elle utilise le « calque de chablon » en se référant à la préparation collective (SC13 – 12 :12 – 13 :59 « j'ai proposé ceux-là (*montre ses calques*) parce que, oui papier calque, parce qu'on avait parlé de calque de chablon »).

La photo de gauche ci-dessous montre Grégoire en train de reproduire un poisson par transparence à la fenêtre à l’aide de son chablon en décalquant à main levée. La photo de droite montre un chablon scotché à la fenêtre avec la fiche fixée par-dessus. L’élève a décalqué en traçant le poisson à la règle par transparence.

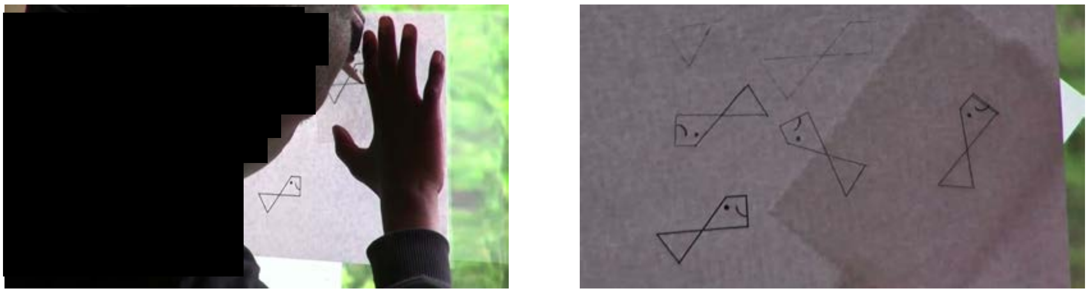


Figure 25 : Utilisation d’un chablon à la fenêtre, deux fiches élèves (à gauche Grégoire et à droite Marion)

Ce choix de chablon et le fait que la fiche élève soit sur du papier suffisamment transparent ont permis aux élèves de mettre en œuvre des procédures différentes de celles prévues par le GLS, qui étaient l’utilisation de poisson découpé (chablon) ou de papier calque. Le GLS discute des modifications du chablon sur papier calque et non prédécoupé (SC13 - 0:17:26 - 17:45). L’un des facilitateurs fait remarquer qu’Océane a aussi modifié le moment et les modalités de mise à disposition du matériel aux élèves (SC13- 1:51:59 - 1:52:01). Les chablons étaient prévus à la demande des élèves ou proposés dans le cas d’élèves « perdus ». Océane a proposé le matériel à tous les élèves (phase 1 - 21:27 - 22:54) juste après la mise en commun des procédures de reproduction d’un poisson dans un quadrillage (phase 1-12:12 - 21:27).

Océane s’éloigne aussi de la tâche prescrite au début de la phase 1 pour les formes globales de travail : pendant que les élèves devaient produire individuellement des poissons, elle devait observer leur activité et leur proposer individuellement des relances si nécessaires. Elle remplace ces relances individuelles par une mise en commun collective dont le but est de les aider à reproduire le poisson dans un quadrillage.

Océane a donc modifié le matériel mis à disposition des élèves, les modalités de la relance qui était de proposer un chablon prédécoupé et elle a ajouté une mise en commun des reproductions du poisson sur quadrillage.

7.3.7.2 Modifications lors du processus de dévolution

Lors du processus de dévolution de la phase 1, avant de présenter la consigne aux élèves, Océane organise une mise en contexte avec une devinette. Cette mise en contexte est une modification de la tâche prescrite. Pour la passation de la consigne, le plan de leçon laisse une marge de liberté importante à l'enseignante. Elle interroge ses élèves pour avoir leur avis sur des choix qui ont été discutés par le GLS et leur demande notamment si la présence du quadrillage représente une aide pour eux. La présence du quadrillage est un choix de valeur d'une variable didactique discutée en séance, cela induit la procédure du comptage de carreaux, mais ne facilite pas les procédures qui utilisent un chablon ou du papier calque. Aussi l'enseignante réalise une modification lorsqu'elle interroge ses élèves sur cette variable didactique (Phase 1 - 2:24 - 3:03). Puis, elle leur demande ce qu'ils remarquent en observant les poissons.

> Phase 1 - 3:13 - 4:46 Océane : [...] si vous regardez les poissons, qu'est-ce que vous pouvez dire ? [...]
> Béatrice : [...] aucun poisson n'est dans la même position.
> Océane : voilà, aucun poisson n'a la même position, qu'est-ce qu'on peut encore dire ?
> Danielle : c'est les mêmes poissons sauf que ils sont dans des autres positions.
> Océane : [...] C'est les mêmes poissons, ça veut dire quoi les mêmes poissons ? Je suis d'accord avec toi. Mais, je voudrais que tu sois plus précise quand tu dis les mêmes poissons.
> [...]
> Anastasia : [...] par exemple, si la queue fait deux centimètres et bien tous les poissons vont avoir la queue qui font deux centimètres.
> Océane : oui.
> Danielle : ils sont de même longueur.
> [...]
> Élodie : ils se ressemblent, ils ont la même queue, le même corps, les mêmes yeux, la même bouche.
> Océane : exactement. Vous avez remarqué que c'est les mêmes poissons exactement.

Océane demande ce que signifie « mêmes poissons » suite à l'intervention d'une élève. Elle apporte une modification à la tâche prescrite car elle interroge les élèves sur les caractéristiques des figures isométriques de l'exemple (voir Figures 19) : « ils sont de même longueur », « c'est les mêmes poissons exactement ». Mais, elle n'explicite pas les propriétés des isométries de conservation des mesures et de superposabilité des figures qui sont convoquées.

Lors de la phase 1, Océane demande aux élèves de produire individuellement des poissons dans toutes les positions possibles (Phase 1 - 4:48 - 5:06), observe comment ils s'y prennent et identifie leurs difficultés à reproduire le poisson modèle même sans modifier son orientation. Elle décide alors d'intervenir très rapidement (Phase 1 - 12:00 à 21:00) pour proposer une mise en commun collective afin d'expliquer une méthode de reproduction du poisson dans le quadrillage. Elle demande alors aux élèves leurs procédures pour reproduire le poisson (12:12 - 12:59 *(à la classe*) « est-ce que je peux vous arrêter un petit moment ? Parce que j'ai remarqué deux ou trois choses. Ce qui vous pose problème je crois que c'est le poisson même. C'est pas forcément les positions, mais comment reproduire ce poisson. Est-ce que quelqu'un a trouvé les stratégies pour bien reproduire ce poisson ?). Au tableau noir avec un quadrillage préalablement tracé, des élèves reproduisent le poisson modèle en expliquant leur procédure de comptage de carreaux en partant d'un point du poisson (Figure 26).

Figure 26 : Tableau noir dans la classe d'Océane – phase 1

Océane présente et détaille une seule stratégie qui consiste à « compter les carrés » sur le quadrillage. Par cette aide, elle favorise une stratégie au détriment d'autres stratégies possibles (voir l'analyse *a priori*, 7.3.4). Elle prend des libertés par rapport au plan de leçon car elle prend en compte l'activité des élèves directement pendant la phase 1 et adapte son enseignement en conséquence.

> SC 13 - 10:18 – 11:50 Océane : Alors, quand j'ai préparé la leçon... je me suis dit, « bon, est-ce que c'est assez clair, ce que je dois faire ? » Et puis, je me suis dit, « bah, je vais voir un petit peu sur le moment » et puis, sur le moment, je me suis rendu compte qu'il y avait pas assez de précisions. Alors du coup... c'est pour ça que j'ai... je me suis écrit des mots en me disant... Donc, j'ai mis quand même avant de commencer au tableau noir, enfin au rétro, j'ai mis non seulement cette fiche (*montre un transparent*) mais j'ai aussi mis la fiche de l'élève (*montre la feuille*) qu'on puisse lire ensemble les consignes. Positions différentes, enfin voilà. Dans des positions différentes, comme ça et vous y allez. Et tout de suite, quand ils se sont mis au travail. [...] même comme ça certains oui. Ils ont compté les carrés et puis, ils ont avancé et certains rien. Il y avait rien qui venait. Et je me suis dit « quand même, il faut qu'il y ait quelque chose qui vienne ». Alors euh... j'ai arrêté, on a fait une mise en commun et au tableau noir, ils avaient vu le poisson. On a compté les carrés, combien il y avait de carrés, voilà et puis, fallait mettre l'œil, la bouche et tout. Certains, ça les a... bon sur les quinze, seize, la première fois, il y en a peut-être quatre, cinq qui sont partis et puis, qui ont commencé.

La posture attendue de l'enseignante était celle d'observatrice de l'activité des élèves (difficultés, procédures, obstacles, collaborations) qui fait des relances si nécessaires. Océane effectue donc une modification de la tâche prescrite lors de la phase 1.

Lors de la phase 2, elle dit aux élèves que certaines de leurs productions résultent de deux isométries (pour dire « composition de deux isométries ») et non d'une seule. Or le GLS n'a pas anticipé la composition d'isométries, elle s'avère ne pas disposer des connaissances mathématiques adéquates pour gérer cette difficulté. Elle s'est trouvée confrontée à ce cas en examinant les fiches des élèves entre les phases 1 et 2, et elle a dû faire des choix par elle-même sur la façon de le gérer lors de la phase 2 pour catégoriser les isométries. Elle ne demande pas de nommer explicitement les deux isométries dans un premier temps, mais questionne les élèves sur cette possibilité (Phase 2 - 30:07-31:30). Elle leur demande ensuite s'ils ont trouvé de tels cas (Phase 2 - 43:37 – 46:24) et enfin d'identifier les deux isométries en s'entraidant si besoin (Phase 2 - 32:30 – 33:13). Elle utilise les termes de « deux isométries » pour composition de deux isométries dans le cas particulier de la symétrie glissée. Elle demande aux élèves d'identifier les isométries par le mouvement puis d'écrire R pour rotation, S pour symétrie et T pour translation (Phase 2 - 33:45 - 34:12).

Nous retenons qu'Océane investit une marge de manœuvre laissée dans le processus de dévolution, qu'elle apporte des modifications à la tâche prescrite et qu'elle modifie la posture prévue d'observatrice pendant le processus en une posture plus active. Elle questionne collectivement ses élèves pour avoir leur ressenti sur des choix pris collectivement dans le dispositif comme si elle avait besoin d'avoir leur approbation sur ces choix.

7.3.7.3 Modifications lors des moments de recherche

Au début de la phase 1, Océane précise que les élèves auront besoin d'une règle (matériel indiqué dans le plan de leçon) pour l'exercice de mathématiques, puis rappelle qu'ils doivent utiliser une règle pendant la phase 1. Mais, elle baisse ses exigences lorsqu'elle dit à Grégoire qui n'a pas reproduit les poissons à la règle (voir Annexe 28) que l'important est de les reproduire dans des positions différentes.

> 38:27 - 38:48 Océane : alors, moi, celui que je vois fait à la règle c'est celui-là (*Océane montre le seul poisson tracé à la règle sur la fiche de Grégoire*). Les autres, il n'y en a pas un seul de fait à la règle hein ?
> Grégoire : non.
> Océane *(à Grégoire)* : pas vraiment. Maintenant, est-ce qu'ils sont tous dans des positions différentes ? Maintenant, c'est ça ce qui est important, ce que je veux savoir.

Elle confirme que le tracé des figures à main levée ou à la règle n'a pas d'importance pour elle après la leçon (SC13 - 14:15 – 14:38 « la problématique, c'était tenir compte de la règle ou pas finalement pour moi ça m'était égal, je me suis rendu compte »). Elle réalise ainsi une modification de la tâche prescrite en baissant ses exigences.

7.3.7.4 Modifications lors des mises en commun

Océane a organisé une mise en commun qui n'était pas prévue dans la tâche prescrite pendant le processus de dévolution au début de la phase 1. Elle organise une mise en commun en s'appuyant sur les procédures de trois élèves (phase 2 - 14:37-27:51). Elle demande aux élèves de décrire l'action qu'ils ont faite pour produire les poissons, puis de les comparer, de reconnaître les isométries identifiées parmi les productions de ces trois élèves. Dans cette démarche, l'isométrie est confondue avec le mouvement et elle est confrontée à des problèmes de vocabulaire pour associer de manière unique un mouvement à une isométrie. Elle reste conforme aux modalités pratiques de la mise en commun dans le plan de leçon, mais investit la marge de liberté sur son contenu : les objectifs sont explicités, mais pas les moyens à mettre en œuvre en classe.

Entre les phases 1 et 2, Océane se rend compte que certaines isométries sont des composées de symétrie et translation, ou symétrie et rotation. Elle emploie alors les termes de « deux choses » pour décomposer la symétrie glissée en une succession de deux isométries qu'elle demande aux élèves d'identifier. Elle intègre donc le problème lié à la catégorisation des symétries glissées lors de la phase 2. Elle effectue plusieurs modifications de la tâche prescrite car elle demande aux élèves de comparer les isométries, de reconnaître si les poissons sont issus soit d'une symétrie, d'une rotation, d'une translation, soit d'une symétrie glissée en identifiant les deux isométries (phase 2- 41:49-49:52). Puis, elle effectue une mise en commun des procédures de reconnaissance de symétrie à l'aide d'un chablon (phase 2 - 36:39-38:27).

Nous retrouvons dans cette mise en commun les difficultés liées au fait qu'une isométrie est associée à un mouvement et à un (ou plusieurs) terme(s) qui sert à décrire ce mouvement. Nous voyons que la catégorisation des isométries vues uniquement comme des mouvements est problématique et que celle-ci se réalise sans utiliser l'axe de symétrie pour identifier une symétrie et sans utiliser le parallélisme pour identifier une translation.

Océane a rencontré une autre difficulté dans cette mise en commun : elle ne sait pas s'il faut identifier l'isométrie entre le poisson initial et chaque poisson produit ou entre deux poissons produits par les élèves. Sur la correction de la fiche de Laure (voir Annexe 30), elle s'est référée parfois au poisson initial, parfois à d'autres poissons pour identifier les isométries. Cet élément n'a pas été travaillé pendant les séances avant la leçon et le GLS se retrouve face à ce questionnement après la leçon (SC13 – 23:21-25:39). Ce questionnement remet en cause les modalités et les objectifs de la leçon qui reposent sur l'association entre mouvement et isométrie. Le GLS se rend compte que les élèves ne peuvent pas identifier le mouvement du poisson initial à chaque poisson produit pour plusieurs raisons :

- le mouvement à identifier ne correspond pas au mouvement que les élèves ont effectivement réalisé lors de la phase 1
- les stratégies (voir 7.3.4) ne reposent pas nécessairement sur le mouvement, notamment la stratégie de comptage des carreaux et celle qui consiste à reproduire une figure isométrique à la règle graduée et au compas
- la stratégie dans laquelle le chablon est disposé sur la figure initiale puis déplacé sur le quadrillage pour tracer une figure image fait appel au mouvement. Il y a une cohérence dans cette stratégie entre l'identification du mouvement effectué par l'élève pour tracer une image de la figure initiale et l'association entre mouvement et isométrie. Mais, lorsque l'élève dispose le chablon sur le quadrillage sans se référer au poisson initial et reproduit la figure, il n'a pas réalisé de mouvement du chablon à partir de la figure initiale lors de la phase 1. Dans ce cas, l'association entre isométrie et mouvement n'est pas pertinente.

La stratégie qui repose sur l'utilisation du papier calque peut faire appel au mouvement lorsque l'élève décalque la figure initiale, déplace le papier calque et trace la figure image, il y a bien un déplacement et un retournement éventuel du papier calque, donc une idée de mouvement. Et la stratégie du pliage repose aussi sur l'idée du mouvement de la figure initiale à la figure image.

Le GLS conclut après la leçon qu'il n'est pas nécessaire de repartir du poisson initial (SC13 - 1:04:07-1:06:08) car l'objectif de l'activité est d'identifier les isométries indifféremment entre deux poissons produits ou entre le poisson initial et chaque poisson produit. Océane a pris des libertés sur la gestion des moments de mise en commun (choix des élèves, classification des isométries en intégrant la symétrie glissée) qui ont été relevées comme des apports positifs par le GLS.

Pour conclure sur les modifications des moments de mise en commun, Océane prend des libertés par rapport au plan de leçon pour plusieurs raisons :

- le plan de leçon laisse des marges de manœuvre à l'enseignante : les objectifs à atteindre sont précisés « le but est... faire en sorte... » mais pas les modalités pratiques pour les atteindre
- elle prend en compte au cours de la leçon l'activité des élèves, ce qui l'amène à modifier le plan de leçon sur les modalités, les objectifs et les contenus des mises en commun.

7.3.7.5 Modifications lors de la synthèse et de l'institutionnalisation

À la fin de la phase 1

Océane effectue un moment collectif pendant lequel les élèves doivent s'exprimer sur ce qu'ils ont trouvé de facile, difficile et expliquer. Elle amène ses élèves à expliciter leurs procédures et à les comparer, dire pourquoi certaines étaient plus faciles que d'autres.

Lors de l'institutionnalisation - phase 2

Océane apporte des modifications à la tâche prescrite au tableau noir et dans la consigne orale qu'elle donne aux élèves : elle note T pour translation, R pour rotation et S pour symétrie, elle n'écrit pas au tableau les propriétés des isométries « les figures sont superposables » et « les mesures sont conservées ». Elle interroge les élèves sur la possibilité de composer des isométries même si ce point n'a pas été discuté pendant les séances collectives avant la leçon (Phase 2 - 30:07 - 31:30). Elle n'institutionnalise pas les propriétés de conservation des mesures et de superposition des figures par isométrie et n'emploie pas les termes qui peuvent s'y référer : « superposer » ou « superposition » de figures par isométrie. Néanmoins, elle demande aux élèves comment ils peuvent savoir que « c'est le même poisson » (Phase 2 - 31:03 – 33:13). Dans le plan de leçon, il était prévu d'institutionnaliser les propriétés suivantes : « Les mesures sont conservées / les figures sont superposables ». Or, elle emploie le terme de « même » figure qui peut se référer aux termes de « superposable » dans le cas d'une isométrie, de « semblable » dans le cas d'une homothétie ou d'« exactement le même » pour le cas de l'identité. L'expression « même poisson » ne renvoie pas explicitement à la propriété des isométries à institutionnaliser. Elle valide « axe de symétrie » pour « symétrie » et institutionnalise le terme de « symétrie » sans expliciter la différence entre un axe de symétrie et une symétrie. Et elle a tracé un F et deux images par rotation (d'un angle aigu) pour institutionnaliser la rotation au tableau noir (Figure 24). Or, pendant les séances, le GLS avait écarté cette possibilité afin de prendre en compte le fait qu'une transformation géométrique transforme tout le plan et non uniquement la figure.

Questionnement de ces modifications sur l'activité effective des élèves

Nous nous sommes interrogée sur les effets de ces modifications sur l'activité effective des élèves et nous avons donc analysé les productions des élèves après la phase 1 et la phase 2, ainsi que les notes d'Océane sur ces mêmes productions. Elle identifie les isométries sur les fiches des élèves entre la phase 1 et la phase 2 comme prévu. Mais, ses notes (Figure 27) confirment une confusion entre l'isométrie et la figure image par isométrie de la figure initiale ainsi qu'une confusion entre une symétrie axiale et une symétrie glissée.

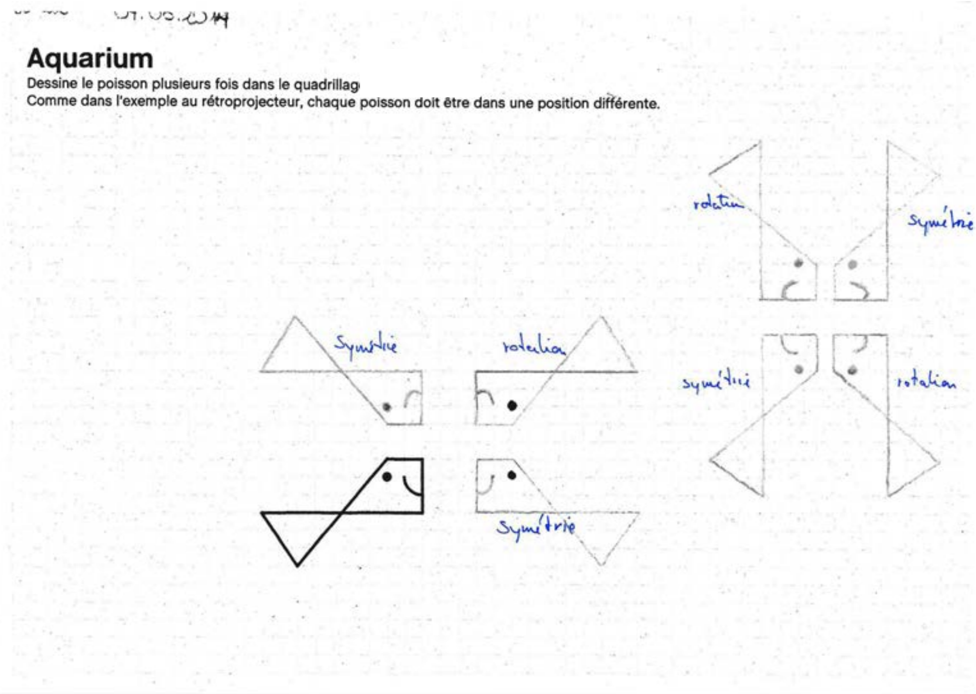


Figure 27 : Production d'un élève (Dominique) à la fin de la phase 1 avec les notes d'Océane

Cet élève a bien produit des poissons dans des positions différentes (phase 1). Nous constatons lors de la phase 2 (Figure 28) que :

- sur chaque groupe de quatre poissons, il a écrit R+S sur les deux de gauche et S+R sur les deux de droite qu'il a pu obtenir par symétrie d'axe vertical
- il a compris qu'il a réalisé uniquement des symétries et des rotations
- il n'a pas identifié le poisson initial
- il trace une flèche vers chaque poisson en notant le nom de l'isométrie
- il n'a pas su identifier si l'isométrie est une symétrie, rotation, translation ou une symétrie glissée
- il a une difficulté à comprendre que le poisson initial n'est pas l'image par une isométrie du poisson initial (le cas de l'identité n'étant pas étudié)
- il a une difficulté à reconnaître des isométries à partir du poisson initial

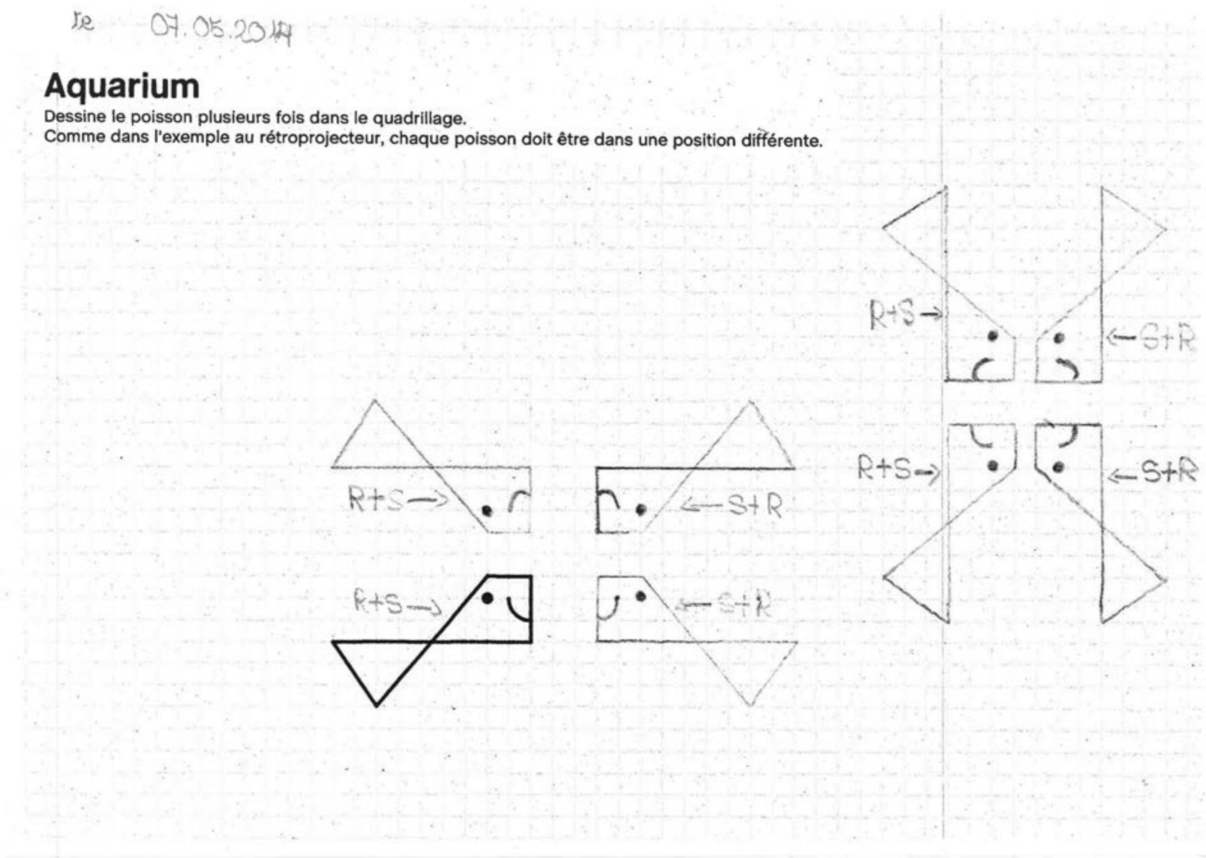


Figure 28: Production d'un élève (Dominique) à la fin de la phase 2

Ainsi, nous retrouvons les confusions d'Océane liées aux isométries dans l'analyse des productions des élèves (voir Annexe 31). Les modifications apportées lors de la synthèse et de l'institutionnalisation sont à questionner par rapport à leurs effets sur l'activité effective des élèves.

7.3.8 Analyse de la représentation

Dans sa représentation de la tâche prescrite, Océane confond l'isométrie avec la figure image par isométrie. Les modalités de classement des isométries sont laissées à la charge de l'enseignante et elle a choisi de nommer les figures images par le nom de l'isométrie. Elle confond aussi symétrie et axe de symétrie, ne maîtrise pas la définition d'une isométrie et ne distingue pas dans tous les cas une symétrie axiale d'autres transformations (symétrie glissée pour « Dans l'aquarium », transformation affine pour « Une ombre au tableau »). Néanmoins, elle s'est rendu compte en analysant les productions des élèves entre les phases 1 et 2 qu'il y avait une isométrie différente des trois connues et qu'elle se compose de deux isométries (symétrie et translation, symétrie et rotation). Elle a pris en compte son analyse mathématique pour gérer la phase 2 alors même que l'un des facilitateurs avait affirmé avant la leçon que la symétrie axiale était la seule isométrie qui changeait l'orientation d'une figure (SC10 - 52:02 -

52:38 « une propriété mathématique est le fait que la symétrie axiale, elle change l'orientation de la figure et c'est la seule. Il n’y a pas d'autres transformations qui font ça. Même quand on fait beaucoup de rotations, on a beau tourner la figure, on tourne toujours dans le même sens... »).

Plusieurs paramètres peuvent jouer sur le processus de modifications : notamment ses expériences d’enseignement de l’activité « Aquarium » et le fait qu’elle ait été volontaire pour enseigner la leçon très tôt dans le processus. Lors des séances de préparation, elle se projette dans la leçon, anticipe, se questionne d’un point de vue didactique et mathématique. Dans sa représentation de la tâche, elle ne sait pas reconnaître une symétrie axiale et une symétrie glissée. Elle se questionne et questionne le GLS (notamment SC10 - 30:47 - 46:01). Elle obtient une réponse approximative d’une autre enseignante et non une réponse d’ordre mathématique. Pendant la leçon, elle va questionner ses élèves sur la reconnaissance d’une symétrie axiale et l’existence de la symétrie glissée. Elle se représente la tâche pendant les séances de préparation, entre les deux phases de la leçon et pendant la phase 2. Son analyse mathématique des productions des élèves (qui dépend de ses connaissances partielles liées aux transformations géométriques) est à l’origine de sa représentation de la tâche.

7.3.9 Analyse de la redéfinition

Lors de la phase 1, Océane attend de ses élèves qu’ils produisent des poissons dans des positions différentes sur un quadrillage, conformément au plan de leçon. Mais, très vite, elle se rend compte en observant l’activité des élèves que certains ont des difficultés dans la tâche de reproduction du poisson. Elle se redéfinit alors dans l’action une tâche dans laquelle elle propose une relance collective en proposant une seule stratégie (utiliser le quadrillage et compter les carreaux) et non l’une des trois relances individuelles proposées dans le plan de leçon (voir Annexe 26). Cette relance collective réalisée au tableau dans le feu de l’action ne permet pas aux élèves en difficulté de commencer la tâche de reproduction. En effet, cette stratégie qui repose sur du repérage relatif implique de partir d’un des sommets et de décrire une trajectoire (monter/descendre, à gauche/à droite, en précisant le nombre de carreaux) pour pouvoir tracer la figure complète. Or, tous les côtés de la figure ne sont pas sur des lignes du quadrillage, cette stratégie peut donc présenter une difficulté aux élèves. De plus, cette stratégie est complexe à mettre en œuvre particulièrement si l’élève veut tracer une image de la figure initiale par une transformation autre que la translation.

Entre la phase 1 et la phase 2, elle redéfinit par anticipation une tâche dans laquelle elle va demander aux élèves d’identifier, de classer et de nommer les symétries, rotations, translations et les autres isométries en précisant s'il s'agit d'une symétrie et d'une rotation ou s'il s'agit d'une symétrie et d'une translation. Dans la redéfinition de la tâche, elle met en œuvre une connaissance mathématique (qu'elle s'est construite par l'analyse des productions des élèves) qui est la reconnaissance de la composée d'isométries. La tâche qu'elle attend de ses élèves lors de la phase 2 n'est pas conforme à la tâche prescrite dans laquelle le cas de composition d'isométries n'avait pas été envisagé.

Lors de la phase 2, elle redéfinit par anticipation et demande aux élèves d'écrire S pour symétrie, R pour rotation, T pour translation, S+R ou S+T pour une symétrie glissée à côté de chaque figure image. Cette redéfinition de la tâche va dans le sens de sa représentation de la tâche dans laquelle elle confond une isométrie avec l'image d'une figure par isométrie.

7.3.10 Synthèse sur le processus de modifications

Le GLS n'a pas envisagé le cas de la symétrie glissée et a pris un certain parti consistant à identifier une isométrie à un mouvement. Ces paramètres sont à prendre en compte dans le processus de modifications de la tâche prescrite finalement mis en œuvre par Océane par rapport à l'activité initiale, car certains éléments relèvent du GLS et non d'Océane en particulier. La confusion et/ou les imprécisions langagières entre isométrie et figure image par isométrie, entre isométrie et mouvement sont collectives mais sont aussi présentes dans les pratiques d'Océane. La confusion entre axe de symétrie et symétrie a été soulignée par une autre enseignante du GLS après la leçon, cette confusion est propre aux pratiques d'Océane. D'après les modifications apportées à l'institutionnalisation (deux images d'une figure initiale par rotation, assimiler la symétrie à un effet de miroir), nous déduisons qu'elle a la conception erronée qu'une isométrie est vue comme une transformation de la figure ou d'un demi-plan. Après la leçon, le GLS a discuté de ce qu'est une isométrie à savoir si c'est une transformation du plan tout entier ou non. Un enseignant a confirmé alors qu'il s'agit bien du plan en entier, la discussion est reportée car le facilitateur en didactique des mathématiques était absent. Nous en déduisons que cette conception était bien une conception problématique pour certains membres du GLS dont Océane.

Le processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée a pour sources :

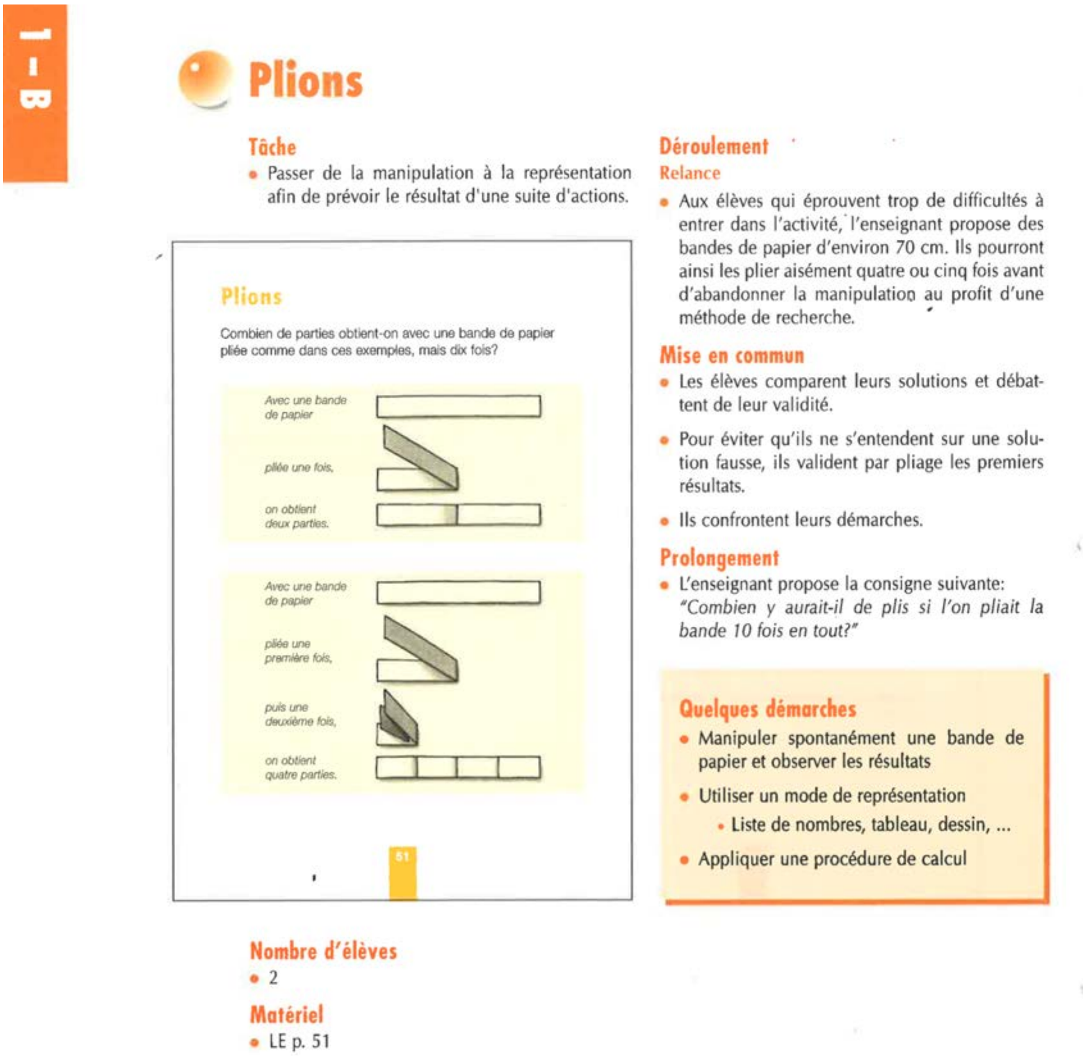
- son analyse mathématique de l'activité mathématique et des productions des élèves entre les phases 1 et 2. Cette source influe sa représentation de la tâche prescrite.
- sa prise en compte de l'activité des élèves. Cette source intervient lors de la représentation de la tâche prescrite par l'analyse des productions des élèves, mais aussi, lors de la réalisation de la tâche (notamment lors de la phase 1, lorsqu'elle

modifie l'aide prévue par une aide collective pour faciliter la tâche de reproduction de figure).

7.4 Leçon après le dispositif LS

7.4.1 Éléments de contexte

La leçon observée après le dispositif dans la classe d'Océane se déroule en fin d'année scolaire (environ six mois après la fin du dispositif LS). Entre la leçon de recherche du cycle *b* et cette leçon, elle a changé de bâtiment scolaire et enseigne dans un contexte sans difficulté particulière. Elle propose à ses élèves de 5H l'activité « Plions » (voir ci-dessous) qui est un « problème pour apprendre à conduire un raisonnement » et « à développer des stratégies de recherche » (Livre du maître, p. 33).



Plions

Tâche
- Passer de la manipulation à la représentation afin de prévoir le résultat d'une suite d'actions.

Plions

Combien de parties obtient-on avec une bande de papier pliée comme dans ces exemples, mais dix fois?

Déroulement

Relance
- Aux élèves qui éprouvent trop de difficultés à entrer dans l'activité, l'enseignant propose des bandes de papier d'environ 70 cm. Ils pourront ainsi les plier aisément quatre ou cinq fois avant d'abandonner la manipulation au profit d'une méthode de recherche.

Mise en commun
- Les élèves comparent leurs solutions et débattent de leur validité.
- Pour éviter qu'ils ne s'entendent sur une solution fausse, ils valident par pliage les premiers résultats.
- Ils confrontent leurs démarches.

Prolongement
- L'enseignant propose la consigne suivante: *"Combien y aurait-il de plis si l'on pliait la bande 10 fois en tout?"*

Quelques démarches
- Manipuler spontanément une bande de papier et observer les résultats
- Utiliser un mode de représentation
  - Liste de nombres, tableau, dessin, ...
- Appliquer une procédure de calcul

Nombre d'élèves
- 2

Matériel
- LE p. 51

Figure 29: Activité « Plions » (Danalet et al., 1998b, p. 96)

Océane choisit cette activité pour introduire la multiplication et l'enseigne pour la deuxième fois (la première fois était l'année précédente).

7.4.2 Analyse de la tâche prescrite

Quelques éléments de l'analyse a priori (développées dans l'annexe 47)

Dans les Moyens d'Enseignement Romand, cette tâche est prévue pour travailler la résolution de problème. D'autres connaissances mathématiques sont utilisées mais ne constituent pas ce qui est visé en termes d'apprentissage, à savoir : le calcul du double d'un nombre en multipliant par deux ou en additionnant deux fois le même nombre.

La première stratégie est une stratégie de manipulation dans laquelle il faut plier la bande et compter le nombre de parties. Cette première stratégie devient difficilement réalisable à partir de 6 plis.

La deuxième stratégie consiste à associer à un nombre de plis le nombre de parties par exemple dans un tableau comme ci-dessous.

Lorsqu'on plie une fois la bande, elle comporte 2 parties. On complète la première ligne du tableau. Puis, pour passer d'une case à celle d'en dessous dans la colonne du nombre de parties, on peut multiplier par deux, c'est-à-dire calculer le double du nombre.

Nombre de plis	Nombre de parties
1	2
2	$2{\times}2 = 4$
3	$2{\times}4 = 8$
4	$2{\times}8 = 16$
...	...

La troisième stratégie consiste à compléter ce même tableau en additionnant deux fois le nombre pour passer d'une case à celle d'en dessous.

La quatrième stratégie consiste à compléter ce même tableau en multipliant par 2 avec autant de facteurs 2 qu'il y a de nombre de plis.

Nombre de plis	Nombre de parties
1	2
2	$2{\times}2 = 4$
3	$2{\times}2{\times}2 = 8$
4	$2{\times}2{\times}2{\times}2 = 16$
...	...
m	2^m

La fonction puissance de deux est en jeu : $f : \mathbb{N} \longrightarrow \mathbb{N}$ mais hors de portée d'élèves de 5H.

$$m \longrightarrow 2^m$$

La première variable didactique est la longueur de la bande. Dans l'activité, il n'est pas précisé la taille de la bande. La deuxième variable didactique est le nombre de parties que l'on demande de trouver en pliant 10 fois la bande.

7.4.2.1 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques explicités dans la tâche prescrite

La tâche prescrite correspond ici à l'activité mathématique et aux indications s'y référant dans le livre du maître. Cette activité consiste « à passer de la manipulation à la représentation afin de prévoir le résultat d'une suite d'actions » (Livre du maître, p. 33). « Après avoir effectué sans peine 4 ou 5 plis, les élèves devront changer de démarche et utiliser un mode de représentation pour continuer la recherche » (p. 35). Plusieurs démarches sont indiquées : « manipuler spontanément une bande et observer les résultats », « utiliser un mode de représentation : liste de nombres, tableau, dessin... », « appliquer une procédure de calcul ». Donc la modélisation du problème est laissée à la charge des élèves et plusieurs démarches sont indiquées pour les élèves. Une seule relance est indiquée (p. 96) : proposer une bande de 70 centimètres afin que les élèves puissent la plier quatre ou cinq fois avant de passer à une méthode de recherche. Les élèves travaillent par groupe de deux, puis lors de la mise en commun, ils comparent leurs solutions et débattent de leur validité (en validant par pliage les premiers résultats), puis confrontent leurs démarches. La validation est donc discutée et prise en charge par les élèves.

7.4.2.2 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques implicites dans la tâche prescrite

Dans le livre du maître (p. 96), les élèves peuvent valider leurs résultats par manipulation (jusqu'à cinq plis par pliage sur les bandes). À partir de six plis, il devient difficile de vérifier les résultats par pliage et une autre stratégie faisant appel à la représentation devient nécessaire. Parmi les démarches indiquées, il n'y a pas d'indication sur les différentes procédures de calcul (voir stratégies 2, 3 et 4 dans l'analyse *a priori*, 7.4.2).

Il n'y a pas de relance dans le livre du maître concernant les élèves qui n'arrivent pas à passer du cadre de la manipulation/comptage à un cadre numérique, alors même qu'il s'agit de l'enjeu d'apprentissage de cette activité. Quelques démarches de représentation (liste de nombres, tableau, dessin...) sont proposées sans détail.

Pour modéliser le problème à l'aide d'un tableau, l'enseignant doit identifier qu'il faut associer à un nombre de plis, un nombre de parties. C'est-à-dire

- si on plie la bande 1 fois : il y aura 2 parties
- si on plie la bande 2 fois, il y aura $2\times2 = 2^2 = 4$ parties
- si on plie la bande 3 fois, $2\times2\times2 = 2^3 = 8$ parties ainsi de suite...
- si on plie la bande *m* fois, il y aura $2\times2\times ...\times2 = 2^m$ parties.

L'enseignant a ainsi la charge de repérer la procédure multiplicative qui permet de calculer le nombre de parties ($2\times2\times...\times2$ avec m facteurs 2) correspondant à m plis quel que soit l'entier m et éventuellement la fonction puissance de deux en jeu (voir 7.4.2). Ainsi, il n'est pas nécessaire de calculer le nombre de parties correspondant à (m-1) plis.

7.4.3 Analyse de la réalisation de la tâche

7.4.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00-0:40	collectif	Prescription de la tâche	Océane demande aux élèves de lire la consigne individuellement	
0:40-1:14	individuel	Lecture de la consigne		les élèves lisent silencieusement et individuellement la consigne
1:14-5:52	collectif	collectif – Prescription de la tâche	Océane demande à une élève de lire la consigne elle demande aux élèves d'expliquer comment ils feraient et ce qu'ils ont compris elle demande aux élèves comment ils vont utiliser la bande et de prendre des notes de leurs recherches	une élève lit la consigne, l'explique une élève propose d'utiliser une bande les élèves expliquent comment utiliser la bande
5:52 – 7:44	individuel	Recherche en individuel	Océane circule dans les rangs, répond aux questions individuelles	les élèves plient leur bande et comptent les parties
7:44 – 11:13	binôme	Recherche en binôme	Océane circule dans les rangs, répond aux questions, demande aux élèves d'expliquer leur démarche	les élèves plient leur bande et comptent les parties, échangent avec leur binôme leurs résultats et démarches
11:13 - 20:28	collectif	mise en commun	Océane demande à un élève de relire la consigne Elle demande à six élèves de montrer leur procédure de pliage elle ne valide pas les procédures mais demande aux élèves si les procédures sont conformes à la consigne (17:19) elle propose aux élèves de compléter un tableau à deux colonnes (nombre de plis et nombre de parties) et elle leur dit qu'ils peuvent faire des calculs	Un élève relit la consigne six élèves viennent au tableau montrer leur procédure de pliage (et de comptage pour certains) validation des procédures de pliage par les élèves

20:28 - 28:07	individuel	Recherche en individuel	Océane circule dans les rangs, distribue tableaux et bandes, explique comment compléter le tableau : en pliant la bande et en faisant compter les parties par les élèves propose un prolongement de l'activité (avec douze plis) pour les élèves qui ont terminé	Les élèves plient la bande, comptent les parties, complètent le tableau
28:07 33:13	collectif	Mise en commun	- Océane demande aux élèves l'utilité de la bande pour compléter le tableau fait compléter le tableau à l'oral par les élèves jusqu'à 6 plis valide elle-même ou par les élèves (30:49) demande aux élèves de trouver une règle de calcul	
33:13-34:33	Individuel	Recherche en individuel	Océane circule dans les rangs et valide les résultats des élèves en se référant à une règle de calcul	Les élèves complètent le tableau pour 7, 8, 9, 10 plis
34:33 – 42:35	collectif	Mise en commun	Océane demande aux élèves de nommer le calcul (calculer le double d'un nombre) fait compléter le tableau en calculant les doubles des nombres, de 7 à15 plis valide elle-même les réponses	Les élèves calculent les doubles correspondant à 7 jusqu'à 15 plis à l'oral
42:35– 45:03	Individuel	Copie du tableau	Océane circule dans les rangs vérifie que les élèves ont collé la feuille et complété correctement le tableau	Les élèves recopient le tableau pour 7 à 10 plis
45:03– 46:48	collectif	Copie du tableau	Océane conclut la leçon par le rangement à faire dit aux élèves qu'ils sortiront dès qu'ils auront fini de compléter leur tableau correctement Fin de la leçon	
46:48– 49:15	Individuel		Océane continue de vérifier les tableaux de quelques élèves	Les élèves qui ont fini partent et quelques élèves restent

Tableau 52 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

7.4.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Océane alterne les formes de travail de recherche individuel et en binôme avec des moments collectifs qui correspondent à la prescription de la tâche et aux mises en commun.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=486)
TRACOL	en collectif	65
TRAGPE	en groupe (binôme)	7
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	28

Tableau 53 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon après LS dans la classe d'Océane

Pendant la leçon, Océane intervient 80% du temps avec peu de rappels à l'ordre (3%, soit 11 interventions) et ceux-ci servent à rétablir une posture d'écoute. Les élèves sont actifs et engagés dans l'activité, ils adhèrent à son projet d'enseignement.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
PAR	Interventions des élèves	20
Océane RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	80 3
	Total	100 (N=486)

Tableau 54 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon après LS dans la classe d'Océane

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche prescrite par l'enseignante

Océane demande aux élèves de lire individuellement la consigne, puis leur demande collectivement d'expliquer comment ils feraient. Le processus de dévolution se produit à deux moments de la leçon : au début de la leçon et au début de la première mise en commun. Elle fait lire, expliquer et reformuler la consigne par les élèves lors de ces deux moments collectifs, ce qui correspond à 15% du temps. Elle se réfère seize fois directement à la consigne pour vérifier la compréhension ou pour valider les procédures de pliage (plusieurs élèves ne plient pas leur bande comme indiqué dans la consigne). Elle prescrit plusieurs tâches aux élèves :

- la première est la tâche prescrite par le moyen d'enseignement « combien de parties obtient-on avec une bande de papier pliée comme dans ces exemples, mais dix fois ? » (0:00-17:19) en mettant à disposition une bande de papier
- la deuxième est de compléter un tableau à deux colonnes avec le nombre de plis et le nombre de parties (17:19-39:17)
- la troisième est un prolongement qui correspond à calculer le nombre de parties correspondant à 11 jusqu'à 15 plis (37:59-46:48)

iii. *Aides apportées par l'enseignante*

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	10 (N=28)
AIDP1	Aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	0
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques	8 (N=25)
AIDC1	Aide collective avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 55 : Les aides de l'enseignante pour la leçon après LS dans la classe d'Océane

Océane apporte des aides personnelles et collectives sans réduire ses exigences mathématiques.

iv. *Mise en commun des procédures des élèves*

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	45 (N= 243)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	18
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	7 1
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	21

Tableau 56 : Mise en commun pour la leçon après LS dans la classe d'Océane

Océane effectue des mises en commun qui ont pour objectif

- pour la 1ère mise en commun : de présenter les différentes procédures de pliage des élèves. La validation est à la charge des élèves en référence avec la consigne. Océane leur propose un tableau à compléter
- pour la 2ème mise en commun : d'interroger l'utilité de la bande de papier pour compléter le tableau afin de dépasser la manipulation pour arriver à une règle de calcul, puis de compléter le tableau jusqu'à 6 plis. La validation est à la charge de l'enseignante ou des élèves
- pour la 3ème mise en commun : de nommer la règle de calcul (calculer le double de), de compléter le tableau de 7 à 15 plis au tableau noir à l'oral. La validation est à la charge que de l'enseignante.

2ème mise en commun

Océane demande le nombre de parties (32) correspondant à 5 plis. Les élèves qui ont réussi à plier la bande cinq fois et à compter proposent des solutions erronées (25-22-18-28-30). Le comptage devient difficile à partir de cinq plis, Océane demande alors aux élèves une règle de calcul. Dans ce passage, elle passe du cadre de la manipulation (pliage-comptage) à un cadre numérique.

> 30:49 - 32:40
> Océane : tu y es presque. Mais c'est pas ça. Maintenant, vous regardez tous ici. Là, j'ai passé de deux à quatre, qu'est-ce que j'ai fait ? En passant de deux à quatre.
> élève : deux... deux... deux parties de plus.
> Océane : alors, j'ai fait deux plus deux. On est d'accord hein. Deux parties de plus. (*Océane écrit 2+2 sur une flèche de la 1ère à la 2ème ligne*) En passant de quatre à huit, j'ai fait quoi ? […]
> Océane : On ferait quoi comme calcul pour passer de quatre à huit ?
> Zébulus : plus quatre.
> Océane : quatre plus quatre est égale à huit oui. […] De huit à seize. Qu'est-ce qu'on a fait Isabelle ? (*Océane écrit sur une flèche 4+4=8 entre la 2ème et la 3ème ligne*)
> Isabelle : seize plus seize.
> Océane : seize plus seize non, en passant de huit à seize. (*Océane écrit sur une flèche 8+8=16 entre la 3ème et la 4ème ligne*). Maintenant, on trouverait quoi là ? (*Océane a fait une flèche entre la 4ème et la 5ème ligne et montre la case du tableau à la 5ème ligne*). […]
> Amélie : trente-deux.
> Océane : trente-deux, t'as fait quoi pour arriver à trente-deux ?
> Amélie : j'ai fait seize plus seize.
> Océane : seize plus seize. (*Océane écrit en même temps 16+16 puis 32 dans la case*) Trente-deux, ok. Alors vous essayez maintenant d'arriver à dix. [...] Six, on trouverait combien ? Si je pliais en six. Mais vous voyez que c'est compliqué avec votre bande. […]

Dans ce passage, les élèves proposent une procédure additive pour remplir le tableau, procédure validée par l’enseignante.

3ème mise en commun

Océane demande aux élèves de nommer ce qu’ils calculent, ils expliquent alors qu’ils effectuent des « fois deux », le « livret deux », une addition du « même nombre plus le même nombre » (34:33-37:27). Elle leur fait alors deviner le mot double par un cours dialogué. L’enjeu ici est de nommer « le double de » car la procédure additive (une addition du même nombre plus le même nombre) est équivalente à celle multiplicative (fois deux).

> 34:33-37:27
> Océane : (*à la classe*) [...] on peut dire, quand on fait deux plus deux quatre. Quatre plus quatre, huit plus huit, seize plus seize. On est en train de faire quoi ? Comme calcul ?
> Élève : des fois deux.
> Océane : [...] des fois deux, on appelle ça comment ?
> Élève : une multiplication.
> Océane : une multiplication fois deux ?
> Élève : livret deux.
> Océane : alors c'est le livret deux, je suis d'accord. [...]
> Océane : Quand je fais deux plus deux, quatre plus quatre, huit plus huit, seize plus seize, je fais chaque fois quoi ?
> Élève : le même nombre plus le même nombre.
> Océane : non, celui-là, par rapport à celui-là. C'est quoi ? (*Océane montre deux nombres de deux lignes différentes sur la colonne des parties*) ou celui-là par rapport à celui-là ? C'est quoi ? [...]

Océane : qu'est-ce que c'est huit par rapport à quatre ? Ou quatre par rapport à deux ? Ou seize par rapport à huit ?
Marine : c'est l'addition.
Océane : ça peut être des additions. On a...
Marine : des multiplications.
Océane : on a vu que ça peut être c'est la multiplication par deux. On peut ajouter chaque fois le même nombre. Quand on ajoute chaque fois le même nombre, je voudrais bien que vous me disiez ce mot-là. [...]
Océane : on l'a déjà dit, on multiplie par combien ?
Élève : par deux.
Océane : par deux.
Antoinette : les doubles.
Océane : merci, les doubles. Là, on a fait le double. On fait à chaque fois le double. Le double de deux, quatre, le double de quatre, huit. Le double de huit, seize. Le double de seize trente-deux. Le double de trente-deux, soixante-quatre. Le double de soixante-quatre ? […] c'est quoi ? C'est quand on le plie en sept fois. […] Puis après, je veux que Luc me donne le double après pour arriver quand on le plie en huit. […] Alors on a dit qu'on faisait chaque fois le double. Le double de soixante-quatre. C'est comme si on faisait soixante-quatre plus soixante-quatre, ça fait combien ? (*Nadège regarde tous les plis sur sa bande*).

Océane établit à l'oral les liens entre calculer le double d'un nombre, multiplier un nombre par deux et additionner deux fois le même nombre (« on ajoute à chaque fois le même nombre »). La plupart des interventions de ce passage se situent dans le cadre numérique, sans référence au cadre de la manipulation. Elle utilise à l'oral des connaissances mathématiques (double d'un nombre, multiplier par deux, additionner le même nombre uniquement avec les nombres en jeu), mais n'effectue ni synthèse de ces connaissances ni décontextualisation de ces connaissances.

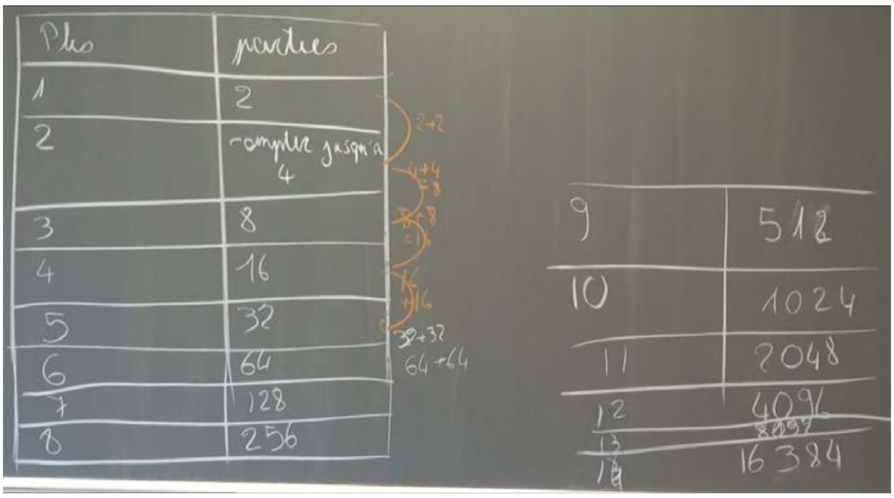


Figure 30 : Tableau noir dans la classe d'Océane - leçon après LS

Océane inscrit au tableau noir (Figure 30) des additions pour compléter le tableau, mais ni multiplication, ni double d'un nombre. Elle s'appuie sur la procédure de comptage en inscrivant « compter jusqu'à 4 » et 2+2. Elle écrit au tableau les deux procédures par manipulation (pliage-comptage) et additive pour un exemple sans en expliciter les liens à deux moments de la leçon dans les deux passages qui suivent.

> 18:39-18:54 Océane : alors le deuxième pli, mais t'as fait comment pour trouver quatre ?
> Antoinette : bah...
> Océane : t'as compté.
> Antoinette : bah oui...
> Océane : alors ? Compter jusqu'à quatre. (*Océane écrit dans le tableau compter jusqu'à 4*). Vous avez compris ?

Océane demande aux élèves d'expliquer par une procédure numérique qu'ils retrouvent le même résultat que par la procédure par manipulation.

> 30:39 – 31:16 Océane : Maintenant, vous regardez tous ici. Là, j'ai passé de deux à quatre, qu'est-ce que j'ai fait ? En passant de deux à quatre.
> Élève : bah, deux... deux... deux parties de plus(?).
> Océane : alors, j'ai fait deux plus deux. On est d'accord hein. Deux parties de plus. (*Océane écrit 2+2 sur une flèche de la 1ère à la 2ème ligne*)

Océane utilise le tableau noir lors des deux dernières mises en commun pour compléter le tableau à deux colonnes mais pas pour y inscrire les connaissances mathématiques en jeu, les différentes procédures additive et multiplicative, ni le terme « double ».

Elle n'interroge pas de manière équitable chaque élève (ce qui correspondrait à 15 interventions par élève en moyenne) car elle sollicite deux élèves en particulier : une élève décrite par Océane comme étant à haut potentiel, Antoinette (31 sur 242 interventions d'élèves) et un très bon élève décrit comme tel, Joël (25 sur 242 interventions d'élèves). Elle sollicite ces deux élèves pour des moments précis de la leçon : lors des moments collectifs pour la prescription de la tâche (pour vérifier ce qu'ils ont compris), pour introduire le tableau et expliquer comment le remplir, pour trouver le terme « double » et enfin pour calculer des doubles à partir de 10 plis.

> 18:04 - 18:56
> Océane : alors dans la première colonne, c'est les plis. [...] (*Océane dessine un tableau à 2 colonnes*). Les plis, et puis les parties. (*Océane écrit plis dans la 1ère colonne et parties dans la 2ème*). Première fois, tu peux venir avec ta bande. Première fois, t'as fait quoi ? Le premier pli. (*Antoinette va au tableau*). D'accord ? La première fois, le premier pli (*Océane écrit 1 dans la colonne des plis*). Elle a trouvé combien de parties ?
> Antoinette : deux.
> Océane : deux. Après. Le deuxième ?
> Antoinette : quatre.
> Océane : alors le deuxième pli, mais t'as fait comment pour trouver quatre ?
> Antoinette : bah...
> Océane : t'as compté.
> Antoinette : bah oui...

Océane : alors ? Compter jusqu'à quatre. (*Océane écrit dans le tableau compter jusqu'à 4*). Vous avez compris ?
Élève : hum hum.

Océane s'appuie sur ces deux élèves pour réguler l'avancement de la leçon, pour s'assurer de la compréhension lors de la prescription de la tâche, pour donner les réponses au prolongement de l'activité (nombre de parties correspondant à plus de 10 plis). Le prolongement se fait à l'oral pour tous les élèves et a été demandé à l'écrit pour quelques élèves (dont Antoinette et Joël).
Dans le déroulement de la leçon, Océane demande aux élèves de compléter un tableau dans lequel ils doivent écrire les opérations effectuées en plus des résultats (17:36 - 17:45 ; 24:32 - 24:48 « je veux voir un calcul. [...] Je veux pas que tu me mettes le résultat, le résultat est juste mais je veux que tu me mettes le calcul pour arriver à ce résultat » ; 25:18 - 25:39 ; 31:27 - 31:38 ; 32:42- 32:44 ; 32:50- 33:13 ; 34:33- 34:47 ; 42:53- 42:59).

Lors des mises en commun, Océane observe l'activité des élèves, ne donne pas les réponses et accompagne les élèves dans leurs procédures de pliage-comptage. Elle leur demande d'écrire leurs calculs en plus des résultats et de nommer la règle de calcul (calculer le double de).

v. *Temps de recherche des solutions par les élèves*

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	31 (N=111)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	0
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	3
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	6
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	6
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	16

Tableau 57 : Moment de recherche pour la leçon après LS dans la classe d'Océane

Les élèves sont en temps de recherche en individuel ou en binôme pendant 31% du temps de travail. Lors des moments de recherche, l'enseignante fait les pliages à la place des élèves puis leur demande de compter le nombre de parties sur la bande. Lors de ces interventions, elle réduit l'activité mathématique des élèves à du comptage pour quelques exemples. Elle valide d'abord les procédures de pliage en se référant au livre de l'élève, puis valide les réponses des élèves en se référant à une règle de calcul et enfin vérifie qu'ils ont recopié correctement les nombres inscrits au tableau noir. Elle a imposé une modélisation avec un tableau à compléter, les élèves n'ont pas pu en effectuer d'autres (liste de nombres, dessins...).

Il y a donc peu d'interventions de l'enseignante lors de ces moments de recherche sur la lecture en acte de l'activité et des procédures des élèves.

7.4.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

7.4.4.1 Modification de la forme de travail

La forme de travail indiquée dans le livre du maître (p. 96) est de mettre les élèves par deux. Pendant la leçon, les élèves travaillent individuellement (28% du temps) et par binôme (7% du temps). Le travail individuel permet de s'approprier la tâche au début de la leçon (5:51 - 7:44), puis de compléter le tableau pendant un moment de recherche (19:53.8 - 20:28). Le travail en binôme permet aux élèves de s'entraider dans le cadre de la manipulation du pliage-comptage (7:44 - 8:04 « quand vous êtes un peu bloqués, vous pouvez parler avec votre camarade qui est à côté de vous, voir s'il a fait la même chose, pas la même chose. Partager vos impressions, ce que vous avez fait, comment est-ce que vous avez fait. Vous pouvez parler les deux »). Elle suit en partie les commentaires généraux du livre du maître concernant le nombre d'élèves pour le début de la leçon car elle propose un moment d'appropriation de la tâche en individuel. Mais, contrairement à ce qui est indiqué ensuite, elle propose un travail de recherche individuel également pour compléter le tableau à deux colonnes.

> Selon sa connaissance des élèves et les particularités de l'activité, l'enseignant pourra proposer un temps de recherche individuelle qui précédera immédiatement le travail en groupe. Pour certains élèves, ce temps pourra se révéler nécessaire à une première appropriation du problème. (p. 11)

Océane prend des libertés par rapport à la tâche prescrite pour proposer des formes de travail les mieux appropriées aux objectifs qu'elle se fixe lors des moments de recherche.

7.4.4.2 Modifications lors du processus de dévolution et de la mise en commun

Dans la tâche prescrite, il n'y a pas d'indications concernant le processus de dévolution mais quelques-unes assez générales concernant les mises en commun : la validation doit se faire par les élèves (par pliage pour les premiers résultats), les élèves comparent leurs solutions et confrontent leurs démarches. Océane effectue une modification au niveau de la validation car elle effectue elle-même la validation dans le cadre numérique et les élèves valident les résultats dans le cadre de la manipulation. Par ailleurs, il semble y avoir une erreur dans le prolongement proposé dans la tâche prescrite « Combien y aurait-il de plis si l'on pliait la bande dix fois en tout ? » Ce prolongement correspond à la consigne « Combien de parties obtient-on avec une bande de papier pliée comme dans ces exemples, mais dix fois ? »

Océane propose donc aux élèves un autre prolongement qui est de calculer le nombre de parties correspondant à 11 plis, 12 plis... jusqu'à 15 plis.

7.4.5 Analyse de la représentation

Dans sa représentation, l'activité « Plions » ne vise pas le même enjeu d'apprentissage que celui visé par la tâche prescrite. Cette activité a pour objectif de « passer de la manipulation à la représentation afin de prévoir le résultat d'une suite d'actions » et se situe dans le Module 1 : « Des problèmes pour apprendre à conduire un raisonnement » et dans le champ B « Apprendre à développer des stratégies de recherche ». Cette activité a donc pour objectif principal la modélisation d'un problème avec un passage du cadre de la manipulation à un cadre numérique par l'établissement d'une procédure de calcul. Or, Océane dit avoir choisi cette activité pour travailler la multiplication lors de l'échange informel qui a suivi cette leçon. D'après l'analyse *a posteriori* de la leçon, nous rajoutons qu'elle a choisi cette activité également pour calculer des doubles de nombres. Selon son analyse, la connaissance mathématique en jeu dans l'activité est la proportionnalité (« ce qui se cache derrière cette tâche, c'est un tableau de proportionnalité » - échanges informels). Or, pendant la séance 29 (avant cette leçon), elle a relaté sa première expérience d'enseignement de cette activité et le facilitateur avait pointé que le piège était justement d'identifier le tableau de nombres de plis et de nombre de parties avec un tableau de proportionnalité (SC29 - 12:08 - 12:25 Stéphane : « C'est intéressant parce que c'est le lien entre deux séries de nombres, le nombre de plis... et puis c'est le piège de la proportionnalité »). Océane précise lors des échanges informels qu'elle n'enseignera pas la proportionnalité aux élèves avec cette activité. Nous voyons qu'elle a réalisé une analyse mathématique incorrecte de « Plions ». Dans ce tableau, on passe d'une ligne à la ligne en dessous en multipliant par deux uniquement dans la colonne du nombre de parties. Cette caractéristique du tableau et le fait qu'il s'agisse d'un tableau de nombres à deux colonnes ont pu induire cette conception incorrecte, malgré le piège pointé par le facilitateur pour cette activité « Plions » avant cette leçon.

L'identification des connaissances mathématiques en jeu est laissée à la charge de l'enseignante car pour les concepteurs des MER, cette activité du Module 1 est une activité de modélisation et de résolution de problème, les connaissances mathématiques sous-jacentes ne sont pas explicitées. Néanmoins, les connaissances en jeu sont explicitées dans les Balises (voir Annexe 46), mais nous ne savons pas si Océane a préparé cette leçon avec cette ressource pédagogique.

Dans sa représentation de la tâche prescrite, Océane enseigne « Plions » pour travailler la multiplication. De plus, pour résoudre cette activité, les élèves doivent faire des calculs et calculer des doubles de nombres. Il y a un écart ainsi entre la tâche prescrite et sa représentation de la tâche prescrite en termes d’enjeu d’apprentissage.

7.4.6 Analyse de la redéfinition

Océane redéfinit une nouvelle tâche dans laquelle elle prend en charge la modélisation du problème en amont de la leçon. Suite à l’entretien informel qui a suivi cette leçon, elle a dit qu’elle a enseigné cette activité une première fois l’année précédente avec une autre classe et qu’elle n’avait pas prévu de tableau à deux colonnes. Pour cette leçon, elle a donc décidé de rajouter ce tableau dans lequel elle indique les titres des colonnes « plis » et « parties ». Dans sa redéfinition de la tâche, elle impose ainsi aux élèves sa modélisation (16:29 - 17:35 « est-ce qu'on peut être un peu systématique ou pas ? [...] Moi, je vous ai un peu facilité la tâche »). Puis, son intention est de leur faire identifier une règle de calcul avec l’introduction du terme double et calculer des doubles de nombres (jusqu’à 15 plis dans le cadre numérique).

Dans sa redéfinition de la tâche, elle demande aux élèves de calculer le double d’un nombre en utilisant la procédure additive : elle ne privilégie donc pas la procédure multiplicative à celle additive. Dans son analyse mathématique, elle a identifié la fonction puissance de deux et nous précisons que cette analyse n’apparaît pas dans les indications données dans le livre du maître.

> SC29 -16:40 - 19:07 Anne (*facilitatrice*) : Mais dans le tableau, on ne peut pas passer de trois plis à dix plis.
> Océane : Non, on ne peut pas.
> Anne : On est obligé de passer par quatre.
> Océane : Oui parce que deux puissance dix.
> [...]
> Anne : Pour moi la grande différence (*entre « Les 99 carrés » et « Plions »*) si t'as compris pour trois tu peux faire n'importe quel (*inaudible*) tandis que dans l'autre *(« Plions »*), c'est quand même la même histoire, c'est quand même des rapports. Mais, on ne peut pas passer de un à dix.
> [...]
> Océane : tu fais fois deux, enfin tu fais fois deux, si tu fais, si tu fais à la suite, sinon tu fais à la puissance quoi mais ça ils (*les élèves*) n’ont pas.

Dans cet extrait, selon la facilitatrice et Océane, il n’est pas possible de « passer de un à dix » plis, c’est-à-dire qu’il faut calculer le nombre de parties pour un pli, deux plis..., jusque dix plis ou alors il faut utiliser la fonction puissance de deux. Et Océane précise que les élèves ne connaissent pas les puissances de deux. Mais, elle n’a pas identifié la procédure multiplicative qui s’appuie sur la correspondance entre le nombre de fois qu’on a plié la bande avec le nombre de facteurs deux du produit, qui donne le nombre de parties. Cette procédure est pourtant accessible aux élèves (multiplication de *m* facteurs 2 lorsqu'on plie *m* fois la bande) et permet de passer de 1 pli à *m* plis, pour tout entier *m*.

Océane ne demande pas aux élèves qui effectuent des procédures additives de les traduire en procédure multiplicative.

Océane redéfinit une tâche éloignée de la tâche prescrite car pour les concepteurs des MER, cette activité porte principalement sur la modélisation avec un passage du cadre de la manipulation à celui de la représentation dans le but de prévoir le résultat d'une suite d'actions. Elle redéfinit ainsi une tâche qui n'est ni en conformité avec sa représentation de la tâche prescrite (faire travailler la multiplication) ni avec la tâche prescrite (modélisation et résolution de problème).

7.4.7 Synthèse sur le processus de modifications

Le processus de modifications a pour source son analyse mathématique de l'activité et cette source intervient lors de la représentation de la tâche prescrite. Océane choisit cette activité pour travailler la multiplication et prend en charge une modélisation du problème qu'elle impose aux élèves, puis redéfinit une tâche qui consiste à calculer les doubles de nombres dans le cadre numérique. Il y a donc un écart (voire une contradiction) entre sa représentation de la tâche et la réalisation de la tâche dans laquelle elle fait calculer aux élèves le double d'un nombre sans privilégier la procédure multiplicative par rapport à la procédure additive.

> 36:25- 38:24
> Océane : [...] On fait à chaque fois le double. Le double de deux, quatre, le double de quatre, huit. Le double de huit, seize. Le double de seize trente-deux. Le double de trente-deux, soixante-quatre. Le double de soixante-quatre ? [...] le double de soixante-quatre, c'est quoi ? C'est quand on le plie en sept fois. [...] Puis après, je veux que Luc me donne le double après pour arriver quand on le plie en huit. [...] Alors on a dit qu'on faisait chaque fois le double. Le double de soixante-quatre. C'est comme si on faisait soixante-quatre plus soixante-quatre, ça fait combien ? (*Nadège regarde tous les plis sur sa bande*).
> Nadège : cent vingt-six. Cent vingt-huit.
> Océane : bravo, super. À toi maintenant, Luc, t'as eu le temps d'y réfléchir. [...]
> Luc : deux cent cinquante-six.
> Océane : très bien. Oui ? Si on le plie neuf fois, ça fera quoi ?
> Romuald: cinq cent six.
> Océane : oui. Amélie combien ?
> Amélie : cinq cent douze.
> Océane : ah non, on a dit qu'on fait le double de cinq cent six. Après, je demanderai onze fois Karim, douze fois, Joël, treize fois... non on attend le dix par Amélie. Chut... Alors le double de cinq cent six. Ou cinq cent six plus cinq cent six.

Océane fait le lien partiellement entre les calculs de doubles et le cadre de la manipulation. Par exemple, « le double de soixante-quatre, c'est quoi ? C'est quand on le plie en sept fois ». Il reste à la charge de l'élève de comprendre que pour connaître le nombre de parties de la bande si on l'avait pliée sept fois, il faut calculer le double de soixante-quatre. Dans ses interventions, elle utilise les termes « plier », « plis » mais n'utilise pas « le nombre de parties » de la bande. L'abus de langage plier la bande « en sept fois » ou « on le plie en huit » peut laisser penser qu'on a plié la bande en sept ou en huit parties.

Océane modifie la tâche prescrite et redéfinit une nouvelle tâche dans laquelle deux aspects sont déterminants : le vocabulaire (« double de ») et l'aspect calculatoire (il faut faire et écrire des opérations pour compléter le tableau). D'ailleurs, dans cette nouvelle tâche, il y aura plusieurs erreurs de calcul dans les additions. Elle ne prend pas en charge les procédures des élèves (les élèves font des additions de tête) et reste sur un aspect calculatoire, ses interventions se situent sur la validation de leurs réponses. Elle n'établit pas le lien entre les procédures de comptage-pliage et les procédures numériques, elle vérifie que les élèves obtiennent le même résultat mais sans en expliquer les raisons.

Dans le processus de modifications de la tâche prescrite, Océane ne prend pas en compte l'activité des élèves pendant la réalisation dans le sens où elle ne leur laisse pas la liberté d'avoir d'autres modélisations du problème que celle qu'elle a préparée.

Chapitre 8. Dans le cas de Valentine

Pour cette enseignante, nous disposons de quatre leçons observées dans sa classe dont une leçon de recherche lors du cycle *c* sur la résolution de problème, ainsi que les séances du dispositif LS. Trois leçons sur les quatre traitent du même sujet mathématique : la numération. Les trois dernières leçons observées sont de même nature avec une activité proposée suivie d'une recherche des élèves, la première leçon avant le dispositif est quant à elle davantage une activité d'entraînement.

Leçon observée	Date	Sujet mathématique	Activité mathématique
Avant le dispositif LS	01/11/2013	Numération	Dictée de nombres, les élèves doivent placer les nombres dans un tableau de numération, 5H
Leçon hors dispositif du cycle *a*	02/12/2013	Numération	« Un drôle de jeu de l'oie... », 5H
Leçon de recherche du cycle *c*	12/02/2015	Résolution de problèmes	« Promotion », 6H
Après le dispositif LS	15/06/2016	Numération	« Les 9 boules de cristal », 5H

Tableau 58 : Leçons observées dans la classe de Valentine

Nous commençons par analyser la leçon observée avant le dispositif LS afin de relever des caractéristiques de ses pratiques ordinaires. Puis, nous analysons successivement les leçons observées pendant le dispositif et celle après le dispositif afin d'étudier une évolution de ses pratiques.

8.1 Leçon observée avant le dispositif LS

8.1.1 Éléments de contexte

Nous avons filmé une séance de mathématiques en début d'année scolaire dans la classe de Valentine. Nous lui avions ainsi demandé d'enseigner ce qu'elle avait prévu en mathématiques et de ne pas y apporter de modification en raison de notre présence. Nous passons la première partie de la matinée dans sa classe et observons successivement un moment d'allemand (trois minutes sur une comptine des nombres en allemand), puis un moment de français (lecture d'une histoire et compréhension de texte pendant vingt minutes), ensuite un premier moment de mathématiques (sept minutes sur une fiche d'additions à compléter en étant chronométré), puis à nouveau du français (une dictée pendant vingt-trois minutes) et pour terminer un deuxième moment de mathématiques (pendant vingt minutes). Pour nos analyses, nous prenons en considération ce deuxième moment de mathématiques comme étant une leçon car il y a des échanges entre l'enseignante et les élèves contrairement au premier moment pendant lequel les élèves complètent de manière individuelle et en autonomie une fiche d'additions.

Cette leçon porte sur une activité de numération qui consiste à identifier un nombre représenté par du matériel en base dix (voir Figure 31), l'écrire dans un tableau de nombres (voir Figure 32) et le décomposer en unités, dizaines, centaines et milliers.

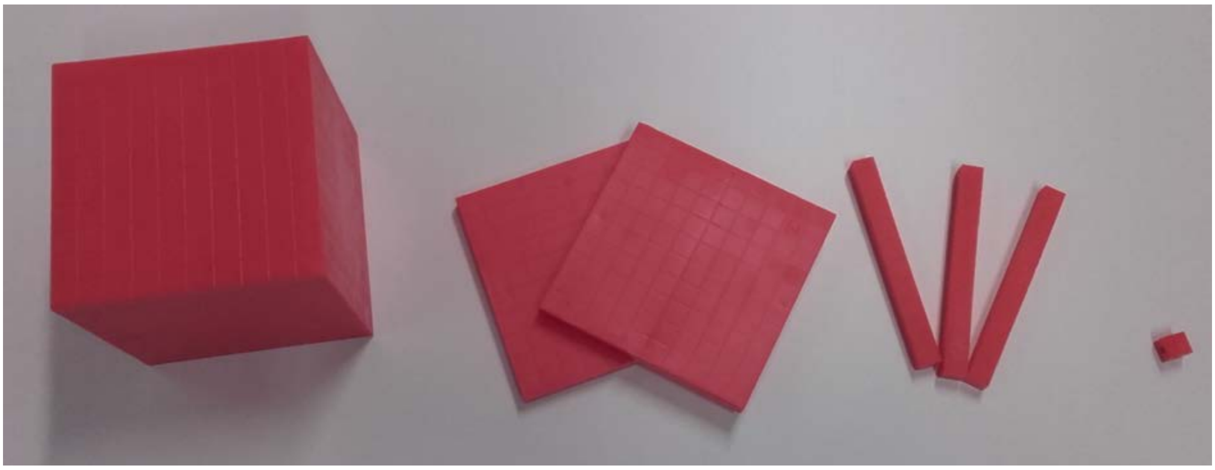
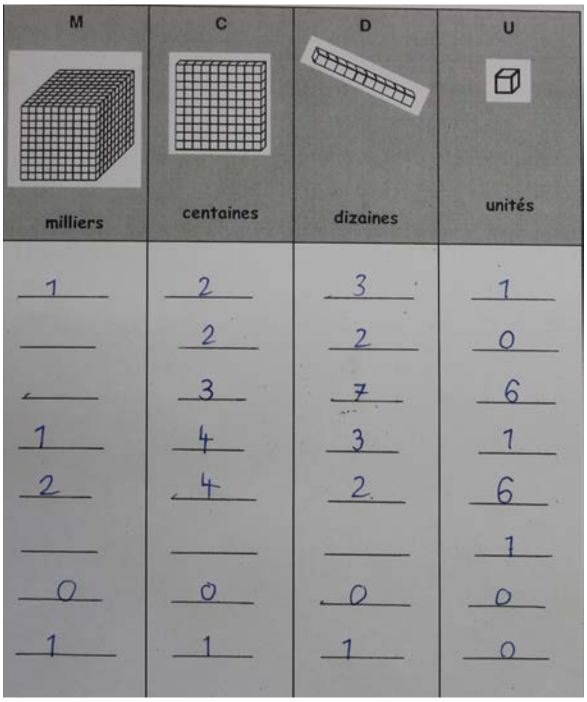


Figure 31 : Nombre 1231 représenté avec du matériel en base dix – reconstitution - classe de Valentine – leçon avant LS

Puis, l'enseignante et des élèves dictent les nombres 220, 376, 1431, 1110, 2426 et 0 qu'il faut écrire en chiffres dans un tableau de nombres (voir Figure 32).



M milliers	C centaines	D dizaines	U unités
1	2	3	1
	2	2	0
	3	7	6
1	4	3	1
2	4	2	6
			1
0	0	0	0
1	1	1	0

Figure 32 : Tableau de nombres complété par une élève - classe de Valentine – leçon avant LS

Valentine a créé cette activité de numération d'entraînement. La création de ce type d'activités est à la charge des enseignants car les ressources officielles n'en proposent pas ou peu (voir 3.1).

8.1.2 Analyse de la tâche prescrite

Pour cette leçon, nous reconstituons la tâche prescrite à partir de l'activité mathématique réalisée par l'enseignante pendant la leçon, des contraintes d'ordre institutionnel concernant l'apprentissage de la numération en 5H (à partir du PER) et des indications du livre du maître portant sur l'utilisation du matériel (blocs en base dix) choisi pour l'activité.

Dans les indications issues du PER, les compétences visées sont le « passage du mot-nombre (oral ou écrit) à sa décomposition en unités, dizaines, centaines, milliers et inversement », le « passage du mot-nombre (oral ou écrit) à son écriture chiffrée et inversement », « ... en passant de l'énonciation (orale ou écrite) du nombre à son écriture chiffrée et inversement », « … en utilisant des propriétés des nombres entiers ».

Le livre du maître indique pour l'utilisation des blocs en base dix : « ils reflètent, dans leurs volumes, les rapports entre les valeurs attribuées à chaque groupement, ils permettront d'établir des parallèles intéressants avec la mesure. En outre, et bien qu'encombrants, ils sont très représentatifs des échanges, et peuvent se révéler un outil efficace pour des élèves en difficulté » (p. 67).

Valentine a proposé l'activité mathématique suivante que nous avons déclinée en cinq tâches :

1. Trouve le nombre représenté par le matériel (nombre 1231, voir Figure 31)
2. Écris-le dans le tableau de nombres (voir Figure 32)
3. Dans ce nombre, quel est le chiffre des unités ? Le chiffre des dizaines ? Le chiffre des centaines ? Le chiffre des milliers ?
4. Dans ce nombre, quel est le nombre d'unités ? Le nombre de dizaines ? Le nombre de centaines ? Le nombre de milliers ?
5. Écris dans le tableau de nombres les nombres dictés[49] par l'enseignante (220, 376, 1431, 1110) et par des élèves (2426 et 0).

Pour cette activité, l'enseignante a mis à disposition des élèves un tableau de nombres à compléter (voir Figure 32). Nous avons reconstitué l'activité mathématique à partir de la tâche réalisée par l'enseignante. Cette activité comporte une série de tâches simples et

[49] Les nombres de cette activité ont été choisi soit par l'enseignante, soit par les élèves pendant la leçon.

isolées[50]. Pour la tâche 1, les élèves doivent identifier un nombre représenté avec du matériel en base dix, ici une collection organisée en base dix et ordonnée (milliers, centaines, dizaines, unités). Cette tâche repose sur le passage du nombre représenté par du matériel en base dix au nombre parlé (à l'oral).

Pour les tâches 2 et 5, les élèves doivent écrire des nombres dans un tableau de nombres. Ces tâches reposent sur le passage du nombre parlé au nombre écrit en chiffres dans un tableau de nombres. Pour la tâche 2, les élèves doivent trouver le nombre représenté avec du matériel (1231), puis une élève donne la réponse ensuite chaque élève doit l'écrire dans un tableau de nombres.

Pour la tâche 3, les élèves doivent décomposer le nombre 1231 en 1 millier, 2 centaines, 3 dizaines et 1 unité, autrement dit, identifier le chiffre des milliers (1), le chiffre des centaines (2), le chiffre des dizaines (3) et le chiffre des unités (1). Cette tâche repose sur l'aspect positionnel de la numération et correspond à des décompositions canoniques d'un nombre en milliers, centaines, dizaines et unités. Mais, nous pouvons aussi considérer que cette tâche peut se réduire à la lecture d'un nombre dans un tableau de numération : c'est-à-dire à identifier à quoi correspond chaque chiffre dans les colonnes du tableau.

Pour la tâche 4, les élèves doivent décomposer le nombre 1231 en nombre de milliers (1), en nombre de centaines (12), en nombre de dizaines (123) et en nombre d'unités (1231). Cette tâche repose sur le passage d'un nombre parlé au nombre en unités de numération et sur des décompositions non canoniques avec plus de dix unités à certains ordres. Cette tâche fait intervenir des mises en jeu de relations entre unités. Par exemple, pour trouver le nombre de centaines de 1231 : il faut calculer 1 millier qui est égal à 10 centaines auxquelles on ajoute 2 centaines.

Ainsi, cette activité fait travailler les liens entre un nombre représenté par du matériel en base dix (collection groupée), un nombre écrit en chiffres, un nombre dicté (nombre parlé) et des unités de numération. Tempier (2016) a schématisé ces différents liens dans la figure ci-dessous.

[50] « *Les tâches simples et isolées* : elles ne demandent que l'application immédiate d'une règle ou d'une propriété. Ces tâches permettent de mettre en fonctionnement le lien décontextualisation-contextualisation. » (Chappet-Paries, 2004, p. 256)

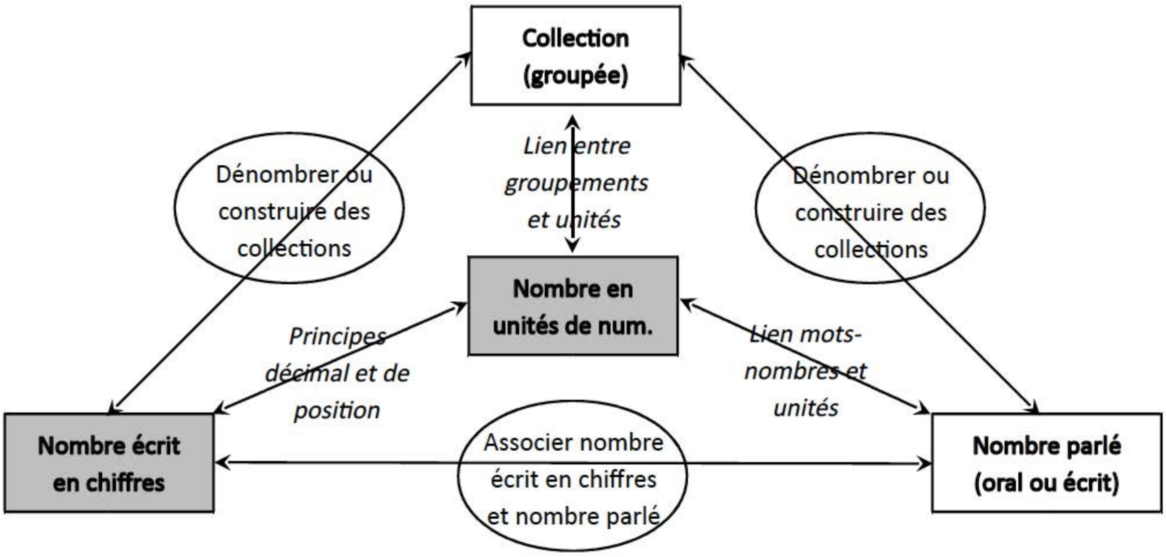


Figure 33 : Liens entre collection, nombre écrit en chiffres, nombre parlé et unités (Tempier, 2016, p. 71)

Nous considérons comme tâche prescrite l'activité mathématique exposée précédemment, ainsi que les indications traitant du sujet dans le PER et les MER. Ainsi, nous considérons comme modifications entre les tâches prescrite et réalisée, tout ajout ou modification de l'activité mathématique décrite ci-dessus qui se sont produite lors de la tâche réalisée.

8.1.3 Étude de la réalisation de la tâche

8.1.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	**Dispositif social**	**Nature du travail : type et forme**	**Interventions de l'enseignante**	**Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante**
1:09:59 - 1:13:04	Collectif	Matériel Moment de recherche	Valentine distribue un tableau à quatre colonnes (M-C-D-U avec les images voir Figure 32) Elle demande à des élèves de prendre le matériel : 1 unité, 1 dizaine, 1 centaine, 1 millier Elle les positionne au tableau en questionnant les élèves sur leur position M-C-D-U	Des élèves prennent du matériel correspondant aux milliers, centaines, dizaines et unités Des élèves positionnent ce matériel au tableau dans l'ordre M-C-D-U
1:13:04 - 1:15:21	Individuel	Moment de recherche	Valentine demande aux élèves le nombre représenté par le matériel puis de placer ce nombre dans un tableau de nombres	Lecture du nombre représenté par le matériel (1231) Les élèves écrivent 1231 en chiffres dans un tableau de nombres

1:15:21 - 1:22:01	Collectif	Moment de recherche collective	Valentine demande pour le nombre 1231 : - le chiffre des unités, le chiffre des centaines, le chiffre des milliers, le chiffre des dizaines - le nombre d'unités, le nombre de milliers, le nombre de centaines, le nombre de dizaines	Les élèves répondent aux questions de l'enseignante et utilisent le matériel au tableau pour expliquer leurs réponses
1:22:01 - 1:30:04	Individuel	Moment de recherche	Valentine dicte des nombres (220, 376, 1431) puis demande à des élèves de dicter des nombres (2426, 0) et dicte le dernier nombre (1110)	Les élèves écrivent les nombres dictés en chiffres dans un tableau de nombres

Tableau 59 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

8.1.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Pendant la leçon, Valentine alterne des moments de travail collectif (48%) et individuel (52%). Pendant le travail individuel, l'enseignante donne les consignes à l'oral car il n'y a pas d'activité mathématique écrite, celle-ci est improvisée. De ce fait, nous avons codé le travail en individuel lorsque les élèves ont des tâches à effectuer de manière individuelle même si la gestion de l'enseignante est réalisée de manière collective.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=160)
TRACOL	en collectif	48
TRAGPE	en groupe	0
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	52

Tableau 60 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon avant LS dans la classe de Valentine

Valentine intervient pendant 87% du temps pour prescrire le travail à effectuer sous forme de tâches simples et isolées : elle interroge d'abord les élèves sur le positionnement des blocs en base dix (1:10:32 - 1:13:45 « Alors, le millier, je le mets à droite ou à gauche » ; « Les centaines, je les mets à droite du millier ou à gauche du millier ? » ; « Les dizaines, Paolo ? Je les mets où ? » ; « L'unité Liam ? »). Puis, elle leur demande quel est le nombre représenté par le matériel en base dix, puis de décomposer ce nombre, 1231 (1:13:04 - 1:15:42 « Quel est le chiffre des unités ? » ; « Combien y a-t-il d'unités dans mille deux cent trente et un ? Quel est le nombre d'unités ? »). Enfin, elle dicte quelques nombres ainsi que les élèves.

Les élèves interviennent autant de fois que l'enseignante (80 occurrences), mais cela ne représente que 13% du temps contre 87% pour l'enseignante. En effet leurs interventions ne sont que des réponses courtes aux questions de l'enseignante, qui occupe la majorité du temps.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Valentine RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	87 1
PAR	Interventions des élèves	13
	Total	100 (N=160)

Tableau 61 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon avant LS dans la classe de Valentine

L'enseignante fait peu de rappel à l'ordre, les élèves adhèrent à son projet d'enseignement.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâches attendue et prescrite par l'enseignante aux élèves

L'activité mathématique est improvisée pendant la leçon et repose sur des tâches simples et isolées : écrire des nombres (dictés ou représentés avec du matériel) dans un tableau de nombres (1:13:04 - 1:15:42).

Valentine attend de ses élèves qu'ils manipulent le matériel en base dix pour justifier le nombre de centaines, de dizaines et d'unités qu'ils ont trouvés dans le nombre 1231. Dans l'extrait ci-dessous, elle demande quel est le nombre de dizaines de 1231, une élève propose une réponse erronée et elle lui demande alors d'utiliser le matériel pour expliquer sa réponse (1:17:54 - 1:18:13 [...] « Dix dit Sybile. Dix dizaines. Tu viens montrer pourquoi tu dis dix dizaines. [...] La réponse est intéressante pour moi. Viens me montrer dix dizaines. Tu dis qu'il y a dix dizaines, j'aimerais savoir où tu les trouves »). Elle utilise le matériel en base dix pour travailler l'aspect groupement de la numération décimale, par exemple ci-dessous.

> 1:20:49 - 1:21:09 Valentine : [...] Combien de dizaines là ? (*Valentine montre une plaque d'une centaine*).
> Élèves : dix.
> Valentine : cent (*Valentine pose le cube du millier sur le rebord du tableau*). Dix (*elle pose une plaque d'une centaine*). Encore dix (*elle pose une deuxième plaque d'une centaine*). Cent vingt. Encore trois (*elle pose les trois bâtons d'une dizaine*). Cent vingt-trois (*elle parle en décomposant les mots*). Est-ce qu'avec ça (*elle montre une unité*) je peux encore faire une petite dizaine ?
> Élève : non.

La tâche attendue par Valentine est ainsi cohérente avec celles qu'elle prescrit aux élèves.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Valentine apporte des aides aux élèves sans réduire ses exigences mathématiques. Elle trace les colonnes du tableau de nombres pour placer le nombre 1231 au tableau noir.

> 1:13:48 - 1:15:21 Valentine : [...] inscrivez le nombre mille deux cent trente et un. [...]
> Élève : on le met où et comment ?
> Valentine : justement, ça m'intéresse de voir où vous allez mettre ces nombres. Donc, vous avez les colonnes. (*Valentine trace au tableau en même temps les colonnes et écrit M-C-D-U*). Qui c'est qui vient écrire mille deux cent trente et un. Paolo ? [...]

Pendant la leçon (1:17:31 - 1:21:25), elle demande quel est le nombre de dizaines dans 1231, plusieurs élèves proposent des réponses erronées. Elle apporte alors des aides en leur demandant d'utiliser le matériel pour expliquer leur réponse. Après avoir proposé une réponse erronée, le dernier élève Maé utilise le matériel pour identifier qu'il y a trois dizaines (dans les trois bâtons de dizaines), puis vingt dizaines (dans les deux plaques de cent), puis cent dizaines (dans le cube de mille) et ainsi qu'il y a au total cent vingt-trois dizaines dans le nombre 1231.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	9 (N=11)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	0
AIDP1 AIDC1	Aide collective ou aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 62 : Les aides de l'enseignante pour la leçon avant LS dans la classe de Valentine

Valentine apporte des aides personnelles aux élèves sans réduire ses exigences mathématiques : elle leur demande de « montrer », d'expliciter et de justifier leur réponse notamment en utilisant « les chiffres » ou du « matériel » en base dix.

iv. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	52 (N=64)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	pas codé
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	pas codé
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	pas codé
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	pas codé

Tableau 63 : Moment de recherche pour la leçon avant LS dans la classe de Valentine

Les élèves sont en recherche pendant les moments de travail individuel (52% du temps). Nous n'avons pas pu observer dans la gestion de l'enseignante si elle effectuait des lectures en acte de l'activité et des procédures des élèves. En effet, elle circule dans les rangs pour observer leur activité et intervient uniquement de manière collective pendant les moments de travail individuel. Elle prend en compte l'activité des élèves dans ses interventions et dans l'activité mathématique, lorsqu'elle leur demande de dicter des nombres ou de présenter leurs réponses au tableau. Comme l'activité proposée est une activité d'entraînement qui repose sur des tâches simples et isolées, il n'y a pas de procédures à mettre en oeuvre (le code RECP2 n'était pas réalisable).

v. *Mise en commun-synthèse-institutionnalisation*

Valentine n'organise ni mise en commun, ni synthèse, ni institutionnalisation ce qui peut s'expliquer car l'activité était une « séance d'entraînement » qui se situait en fin de séquence sur la numération.

8.1.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

8.1.4.1 Zéros utiles et zéros inutiles dans l'écriture d'un nombre

Nous considérons comme modification de la tâche prescrite les interventions de l'enseignante sur les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre. L'enseignante a dicté le nombre 220, les élèves l'ont inscrit dans un tableau de nombres et elle demande alors à un élève Liam d'expliquer comment il a placé ce nombre.

> 1:22:56 - 1:25:09 Liam: ici, il y a deux centaines. (*Liam écrit deux dans la colonne des centaines dans le tableau de numération*) [...] deux dizaines. (*Il écrit deux dans la colonne des dizaines*). [...]
> Liam: et puis là, il y a zéro. (*Liam écrit zéro dans la colonne des unités*).
> Valentine : bon pourquoi ?
> Liam: parce qu'aucune unité. [...]
> Liam: zéro unité.
> Valentine : zéro unité. Oui. [...] Liam, il nous a mis un zéro dans la colonne des unités, mais il n'a pas mis de zéro dans la colonne des milliers. Est-ce qu'il faut en mettre un ?
> Maé: oui.
> Valentine : toi tu dis oui Maé, t'as mis toi. Toi, t'as mis. T'hésites.
> Élève : ouais. On peut mettre.
> Valentine : on peut ou on ne peut pas. Tu dis. D'accord. Si on le met, mets-le qu'on voit. (*Liam écrit zéro dans la colonne des milliers*). Il va nous servir à quelque chose celui-là si on lit ?
> Élève : non.
> Valentine : si on l'enlève, ça fait combien ? (*Valentine cache le zéro de la colonne des milliers derrière sa main*).
> Élèves : deux cent vingt.
> Valentine : d'accord, si on le met. [...]
> Valentine : d'accord. Celui-là, par contre. (*Valentine montre le zéro de la colonne des unités*). Si je l'enlève (*Valentine cache le zéro avec sa main*).
> Élèves : vingt-deux.
> Valentine : si je le remets.
> Élèves : deux cent vingt.
> Valentine : donc, il est utile celui-là ?
> Élève : oui. [...]

Cet extrait illustre que Valentine met en place une réflexion sur l'utilité ou non des zéros dans l'écriture d'un nombre. La validation d'un zéro utile ou inutile ne se fait pas par l'enseignante mais est à la charge des élèves, suite aux questions de l'enseignante. En effet, elle demande à l'élève d'écrire le zéro inutile dans la colonne des milliers (0220), puis cache successivement les deux zéros pour distinguer le zéro utile du zéro inutile.

Valentine a choisi de dicter deux nombres qui ont un zéro comme chiffre des unités (220 et 1110). Cet extrait montre qu'elle a fait certainement ce choix de nombres lors de sa préparation de la leçon pour travailler l'aspect positionnel du système de numération. Nous lui avions posé la question si elle avait choisi les nombres avant de commencer la leçon et elle avait répondu non. Elle n'avait pas anticipé de nombres particuliers mais elle avait probablement anticipé de choisir des nombres comportant des zéros dans le but de travailler la question des zéros inutiles et utiles. Elle a modifié la tâche prescrite par ses interventions sur les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre.

8.1.4.2 Zéro

Dans l'extrait suivant, Valentine demande aux élèves de dicter des nombres à placer dans un tableau de nombres et l'un d'eux propose le nombre zéro. La gestion que fait l'enseignante sur l'écriture du nombre zéro 0, 00, 000 ou 0000 dans le tableau de nombres, puis si zéro est un nombre ou non est considérée comme une modification de la tâche prescrite.

> 1:26:43- 1:28:42 Valentine : [...] Une idée de Paolo ?
> Paolo: zéro.
> Valentine : zéro.
> Élève : on peut le mettre à...
> Valentine : zéro. Zéro, zéro.
> Élève : zéro unité.
> Valentine : zéro unité, zéro dizaine, zéro centaine, zéro zéro.
> Élève : zéro zéro.
> Valentine : zéro, qu'est-ce qu'on peut dire ? Est-ce que c'est un nombre zéro ? Ouais, ça, c'est une bonne question. Zéro, moi, je ne saurai pas trop où le mettre zéro. Toi, tu le mettrais où Maé ? Levez la main. Tu le mettrais où ?
> Maé: (*inaudible*).
> Valentine : partout et toi ?
> Élève : zéro centaine, zéro dizaine.
> Valentine : toi aussi ?
> Malek: moi, je le mettrai qu'aux unités.
> Valentine : qui le mettrait comme Malek qu'aux unités, zéro ? (*des mains se lèvent*). Qui le mettrait partout comme Maé ? (*des mains se lèvent*). Qui le mettrait à deux endroits mais pas à deux autres ?
> Élève : (inaudible).
> Valentine : non, c'est soit tout, soit un. Ok. Bon, c'est une question intéressante à laquelle je réfléchirai parce que je n'ai pas tellement de réponse. [...]

Valentine relève que la question de l'écriture du nombre zéro est intéressante mais qu'elle n'a pas de réponse à y apporter. Elle ajoute qu'elle y réfléchira mais nous ne savons pas si elle a traité à nouveau ce sujet avec ses élèves. La question soulevée « Est-ce que c'est un nombre zéro ? » présente un intérêt d'un point de vue historique. Elle passe de cette question (sans réponse de sa part) à celle de l'écriture du nombre zéro qui reste sans réponse également. Or, elle venait d'expliquer la différence entre un zéro utile et inutile dans l'écriture d'un nombre de la façon suivante (1:22:56 - 1:25:09) : elle cache un zéro et demande aux élèves de lire le nombre, si celui-ci est différent alors le zéro est utile dans l'écriture (par exemple 220 se lit vingt-deux en cachant le zéro) et si celui-ci est identique alors le zéro est inutile dans l'écriture (par exemple 0220 se lit deux cent-vingt lorsqu'on cache le chiffre des milliers). Cette méthode appliquée au nombre zéro en cachant le chiffre des dizaines, des centaines et des milliers et en lisant le nombre aurait permis de déduire que les trois zéros aux dizaines, aux centaines et aux milliers étaient inutiles dans l'écriture. Mais, elle n'a pas transposé pour le nombre zéro ses connaissances sur les zéros utiles et inutiles. Sa compréhension des zéros utiles et inutiles est donc mise en défaut par ce cas limite de l'écriture du nombre zéro, qu'elle n'arrive pas à traiter comme un nombre classique.

Nous considérons comme modification de la tâche prescrite ses interventions par rapport au questionnement de l'écriture de zéro et si zéro est un nombre ou non.

8.1.5 Analyse de la représentation

Dans sa représentation, pour travailler les passages entre nombres parlés et nombres écrits en chiffres, il faut travailler la distinction entre les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre. L'extrait (1:22:56 - 1:25:09) en est une illustration. Dans la colonne des indications pédagogiques du PER[51], il est indiqué : « L'écriture de position, la signification de la position des chiffres ainsi que la signification et le rôle du zéro restent des obstacles importants ». La signification et le rôle du zéro font référence au chiffre zéro dans l'écriture d'un nombre et il n'y a pas d'indication particulière concernant le nombre zéro. Ainsi, Valentine est en cohérence avec le PER en proposant de travailler les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre. Dans sa représentation de la tâche prescrite, elle prend en considération :

- le passage entre un nombre représenté avec du matériel (voir Figure 31) et un nombre parlé (mille deux cent trente et un)
- le passage entre un nombre parlé (mille deux cent trente et un, deux cent vingt, trois cent soixante-seize, mille quatre cent trente et un...) et un nombre écrit en chiffres dans un tableau de nombres (1231, 220, 376, 1431...)

[51] http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_22/ consulté le 28 Mai 2018.

- le passage entre un nombre parlé (mille deux cent trente et un) et sa décomposition canonique (1 millier, 2 centaines, trois dizaines, une unité)
- le passage entre un nombre parlé (mille deux cent trente et un) ou représenté avec du matériel (voir Figure 31), et sa décomposition non canonique en unités de numération (1 millier, 12 centaines, 123 dizaines, 1231 unités)
- les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre

8.1.6 Analyse de la redéfinition

Valentine redéfinit une tâche qui correspond à sa représentation de la tâche prescrite avec un travail sur les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre (1:22 01 – 1:25:09). Pour passer du nombre parlé (deux cent vingt) au nombre écrit en chiffres (220) dans un tableau de nombres, il est nécessaire d'identifier qu'il y a un zéro dans la colonne des unités. La difficulté réside dans le fait que zéro symbolise une absence dans la colonne des unités et qu'on ne l'entend pas lorsqu'on dit le nombre deux cent vingt. Or, pour reconnaître que le zéro des unités est utile, l'enseignante propose d'en écrire un dans la colonne des milliers. D'une part, elle demande aux élèves de justifier chaque chiffre écrit dans chaque colonne du tableau de nombres en utilisant le matériel en base dix. D'autre part, elle leur demande d'utiliser le matériel en base dix pour justifier le nombre de milliers, de centaines, de dizaines et d'unités qui composent le nombre 1231.

8.1.7 Analyse du processus de modifications

Les deux sources du processus de modifications de la tâche prescrite sont :

- l'analyse mathématique de l'activité proposée (qui dépend de ses connaissances sur les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre). Cette source intervient pour la représentation de la tâche prescrite.
- la prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon (pour la gestion de l'enseignante par rapport au nombre zéro proposé par un élève). Cette source intervient pendant la réalisation de la tâche redéfinie.

Cette leçon illustre des caractéristiques des pratiques ordinaires de Valentine. Elle dispose de connaissances mathématiques sur les zéros utiles et inutiles mais lorsqu'elle se trouve en situation de classe et qu'il faut réagir en direct à des interventions d'élèves, elle n'a pas été en mesure de transposer ses connaissances pour le cas particulier du nombre zéro qui comme tous les nombres n'ayant que des unités (ici zéro) peut s'écrire avec un seul chiffre (ici 0) tous les autres 0 (en position de dizaine, centaine, etc.) étant inutiles. Elle propose une leçon de mathématique « dynamique » en alternant les dispositifs de travail (en collectif et en individuel), en prenant en compte l'activité des élèves, en les interrogeant (56% du temps), en les amenant à présenter leurs solutions au tableau afin que l'ensemble de la classe puisse suivre les explications. Lors des moments collectifs, elle demande aux élèves de donner des explications détaillées. Dans son enseignement de la numération, elle essaye de rendre tangibles les explications données avec le matériel de numération. L'exemple des 123 dizaines du nombre 1231 en est une illustration. Elle travaille les deux aspects de la numération : positionnel et décimal, à l'aide de tableau de nombres et de matériel de numération.

Valentine ne réduit pas ses exigences mathématiques lorsqu'elle apporte des aides aux élèves et lorsqu'elle apporte une aide personnelle à un élève, elle l'effectue de manière collective, de sorte que l'ensemble des élèves puissent en bénéficier. De même lorsqu'elle ou des élèves manipulent le matériel en explicitant une réponse, cela se réalise de manière collective. Elle prend des libertés par rapport à la tâche prescrite en ajoutant un travail sur les zéros utiles et inutiles, et ces libertés demeurent en cohérence avec les indications pédagogiques du PER. Elle redéfinit alors une tâche qui correspond à sa représentation de la tâche prescrite en incluant un travail sur les zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre. Ce faisant, elle prend des risques, mais elle est aussi capable d'assumer une posture d'enseignante qui n'a pas nécessairement toutes les réponses en mathématiques (1:26:43 – 1:28:42).

8.2 Leçon hors dispositif du cycle *a*

Leçon observée ou Séance collective	Date	Activité mathématique Ou objectifs des séances
1	12/09/13	Présentation du dispositif aux enseignants Identifier les sujets d'enseignement qui leur posent des difficultés d'enseignement, des difficultés pour les élèves
2	26/09/13	L'aspect décimal du système de numération : travail sur les erreurs des élèves et identification des difficultés des élèves (étape 1)
3	10/10/13	Choisir et travailler sur des tâches qui font travailler l'aspect décimal de la numération (étape 1)
4	07/11/13	Planification de la leçon de recherche n° 1 (étape 2)
	21/11/13	Leçon de recherche n°1 (étape 3), enseignée par Anaïs
5	21/11/13	Analyses de la leçon de recherche n°1 (étape 4)
Classe de Valentine Leçon hors dispositif du cycle *a*	02/12/2013	« Un drôle de jeu de l'oie... »
6	05/12/2013	Replanification de la leçon de recherche n°2 (étape 2)

Tableau 64 : Séances du cycle a et leçon hors dispositif dans la classe de Valentine

Valentine a enseigné « Un drôle de jeu de l'oie... » suite à la leçon de recherche n°1 du cycle *a*, dans le même cadre d'essais et d'adaptations qu'Océane (voir 7.2). Nous rappelons le déroulement de ce cycle (voir Tableau 64).

8.2.1 Étude de la réalisation de la tâche

8.2.1.1 Déroulement et activités proposées

Temps	**Dispositif social**	**Nature du travail : Type et forme**	**Interventions de l'enseignante**	**Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante**
0:00-1:05		Installation		
1:05-15:39	Collectif	Prescription du jeu Tous les élèves sont autour d'une grande table	Valentine présente le matériel, explique les règles du jeu, propose deux exemples (12 et 102)	
15:39-16:13	Collectif		Rappel des règles dans la classe (chuchoter lorsqu'on travaille en groupe)	
16:13 – 21:18	Groupe de 3 ou 4 élèves	Prescription du jeu : distribution des rôles des joueurs Matériel	Distribution du matériel L'enseignante demande qui est le banquier dans chaque groupe d'élèves et vérifie que chaque groupe commence à jouer	
21:18 – 26:56	Groupe	Recherche	L'enseignante circule de groupe en groupe Elle valide les propositions d'élèves de « se rendre la monnaie »	Les élèves commencent une partie Certains proposent de se « rendre la monnaie » lorsqu'ils n'ont pas exactement le nombre de points
26:56-39:41	Collectif	Mise en commun	L'enseignante organise une mise en commun suite aux premiers blocages. Elle n'autorise plus les « rendus de monnaie » et amène les échanges possibles de cartes entre dix dizaines et une centaine	Une élève expose une situation de blocage (donner 70 mais l'élève ne dispose pas de 7 cartes « 1 dizaine », mais que de 2) et des élèves proposent des solutions : - le banquier prête la somme - un autre joueur prête la somme - Paolo propose de faire une dizaine avec des unités - arrêter le jeu - des élèves proposent les échanges 1 centaine pour 10 dizaines

39:41 – 45:38	Groupe	Recherche	L'enseignante circule dans les groupes. Lorsque les élèves sont bloqués, elle valide les échanges de cartes (10D pour 1C et 10U pour 1D) et lorsqu'il manque de cartes « 1 unité » (problème de conception du jeu), elle demande aux élèves de recommencer une nouvelle partie en changeant de banquier ou qu'un autre joueur fasse un échange avec le banquier pour qu'il dispose de suffisamment de cartes « 1 unité »	Les élèves jouent une partie
45:38 – 49:42	Collectif	Mise en commun	L'enseignante demande aux élèves s'ils connaissent d'autres « baguettes magiques » pour débloquer les situations du jeu (les égalités dix u = 1 diz et 10 d = 1 cent. sont écrites au tableau) L'enseignante propose l'échange « inverse » : une dizaine vaut dix unités	Lara propose d'échanger, Lina propose d'échanger dix centaines pour un millier Malek et Apollon proposent l'égalité : dix milliers égalent un milliard
49:42 – 55:23	Groupe		L'enseignante circule dans les groupes et vérifie que les élèves échangent les cartes sans erreur	Les élèves jouent
55:23 – 57:30	Collectif	Synthèse	L'enseignante demande aux élèves ce qu'ils ont appris avec ce jeu	Les élèves répondent qu'ils ont appris à faire des échanges et explicitent les échanges
57:30-58:46		Rangement du matériel		
58:46 - 1:04:23	Collectif	Nombre de points	L'enseignante demande aux élèves le nombre de points obtenus pendant la partie et leur demande combien cela représente de centaines, dizaines et unités	Des élèves annoncent leurs scores et ce que cela représente en centaines, dizaines et unités

Tableau 65 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

8.2.1.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. *Formes globales de travail*

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=427)
TRACOL	en collectif	73
TRAGPE	en groupe	27
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	0

Tableau 66 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe de Valentine

Valentine alterne le travail en collectif (73% du temps) et en groupe (27% du temps). Pendant le travail en collectif, elle varie les dispositifs de travail : les élèves se déplacent autour d'une grande table pour la présentation du jeu (SC 6 - 5:31 - 8:13 « J'ai donné les explications tous en plénière autour de la grande table. En présentant le matériel, en présentant les règles du jeu »), puis des élèves présentent leur procédure au tableau pendant des mises en commun. Celles-ci ont pour objectif d'introduire les échanges comme procédure qui permet de débloquer les situations du jeu (26:56 - 39:41 et 45:38 – 49:42), d'effectuer une synthèse des connaissances apprises pendant le jeu (55:23 – 57:30) et de conclure sur le nombre de points obtenus pendant les parties (58:46 - 1:04:23). Pendant le travail en groupe, les élèves effectuent des parties du jeu. Dans la disposition quotidienne de la classe, ils sont disposés par groupe de trois ou quatre, ce qui facilite la mise en place de travail en groupe.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Valentine RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	77 1
PAR	Interventions des élèves	22
	Autre (installation des élèves, rangement du matériel...)	1
	Total	100 (N=426)

Tableau 67 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe de Valentine

Valentine intervient pendant 77% du temps de travail et les élèves 22%. Le climat de travail est serein, il y a très peu de rappels à l'ordre, les élèves sont engagés dans l'activité mathématique dès le début de la séance et elle les félicite à la fin de la séance pour leur travail (55:23 - 56:18 « je vous félicite parce qu'il y a des enfants qui ont bien compris le sens du jeu. Il y en a ici par exemple, je viens d'assister à des échanges intéressants (*montre le groupe vert*) pour pouvoir continuer le jeu, très bien. Donc échanger c'est important, de savoir échanger. Et je vous félicite aussi parce que vous avez tous joué avec intérêt, on va dire »).

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue par l'enseignante

Pour analyser la tâche attendue par l'enseignante, nous analysons ce qu'elle attend par rapport aux échanges de cartes et ceci à partir de ses interventions pendant la leçon et les séances du dispositif. Elle attend de ses élèves qu'ils effectuent des échanges entre cartes « 1 unité », « 1 dizaine » et « 1 centaine » pour débloquer les situations du jeu (SC 4 - 25:19 – 25:28 « il faut qu'il y ait les échanges possibles au tableau »). Pendant la leçon, elle écrit au tableau deux égalités mathématiques, 10 u = 1 diz et 10 d = 1 cent (voir Figure 34). L'égalité 10 u = 1 diz correspond à l'échange de dix cartes « 1 unité » avec une carte « 1 dizaine ». Ainsi, l'égalité correspond à un échange et a un sens de la gauche vers la droite.

Figure 34 : Tableau noir dans la classe de Valentine à la fin de la leçon hors dispositif du cycle a

L'enseignante attend alors de ses élèves qu'ils lui proposent les échanges qui correspondent à l'autre sens des égalités de la droite vers la gauche.

> 46:25 - 49:42 Valentine : Lina, t'aurais encore une idée d'échange que je pourrais faire pour simplifier, pour décoincer. Là, je propose comme échange dix unités valent une dizaine. C'est un échange possible. Ou bien dix dizaines valent une centaine. Est-ce qu'il y a d'autres idées d'échanges ? [...]
> Lina : on donne dix centaines et puis après, on prend un millier.
> Valentine : Lina propose dix centaines qui sont égales à un millier. (*Valentine écrit au tableau 10 centaines = 1 millier*). Alors là, on n'a pas de millier dans ce jeu. Donc, on le met un peu entre parenthèses. (*Valentine met les parenthèses*). Mais, ton échange est juste. Bravo. [...]
> Valentine : je crois que vous êtes pas très attentifs là, en ce moment. [...] Comme échange, j'ai dix unités qui valent une dizaine, dix dizaines qui valent une centaine. Est-ce que j'ai d'autres échanges possibles ? Non ? C'est les deux seuls ? Alors, si c'est les deux seuls... [...]
> Valentine : [...] Il y a aussi l'inverse, par exemple, dix unités, ça vaut une dizaine. Mais, évidemment une dizaine ça vaut dix unités. Et puis une centaine, ça vaut dix dizaines. Bah, c'est tout quoi. On a nos échanges qui peuvent être nos baguettes magiques. Bon. [...]

Valentine attend de ses élèves qu'ils proposent des échanges qui correspondent à des égalités déjà inscrites au tableau, autrement dit il n'était pas possible de répondre à ses questions en apportant de nouvelles réponses correctes. Les élèves cherchent alors d'autres échanges corrects entre centaines et milliers mais qui ne sont pas réalisables dans le jeu. Elle les valide, mais ceux-ci ne correspondent pas à ce qu'elle attend. Par son intervention « vous êtes pas très attentifs là », nous voyons qu'elle remet en question l'attitude des élèves et non le fait qu'elle pose une question sans réponse possible.

Tâches prescrites par l'enseignante

Valentine présente les règles d'« Un drôle de jeu de l'oie... » en insistant sur le fait qu'il faut donner au banquier exactement le nombre de points indiqué sur la case, elle le répète à six reprises (5:02 - 6:10 ; 6:10 - 6:40 ; 7:01 - 7:50 ; 9:58 - 10:18 ; 10:23 - 11:02). Dans l'extrait ci-dessous du début de la leçon, un élève évoque le cas lorsqu'un joueur ne dispose plus de suffisamment de points.

> 13 :30 – 15 :39 Léandre : mais comment est-ce qu'on fait si on n'a plus d'argent ? On fait une dette ? On doit un certain nombre de points au banquier ?
> Valentine : alors ça, c'est une très bonne question, il faudra qu'on réfléchisse comment est-ce qu'on va faire parce que la règle du jeu, la principale règle du jeu, c'est qu'on ne peut donner qu'exactement le bon nombre de points.
> Léandre : oui, mais si on n'en a pas.
> Valentine : et qu'on peut recevoir exactement le bon nombre. Alors, si on n'en a pas assez. On verra comment est-ce qu'on réagit dans cette situation. À ce moment-là, peut-être vous lèverez la main, et peut-être on regardera ensemble comment est-ce qu'on peut faire. [...]

Face à cette question d'élève, l'enseignante se réfère à nouveau à la règle du jeu et reporte la discussion au moment où le problème se rencontrera dans la partie. Elle attend de ses élèves qu'ils proposent deux échanges qui correspondent aux deux sens de chaque égalité notée au tableau (voir Figure 34) et qu'ils proposent des échanges qui permettent de débloquer des situations du jeu en restant dans le cadre du jeu. Elle exclut notamment les échanges entre centaines et milliers par exemple. Elle prescrit une tâche aux élèves qui correspond aux règles d'« Un drôle de jeu de l'oie... »

iii. Aides apportées par l'enseignante

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	5 (N=26)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	2 (N=2)
AIDP1	Aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	3 (N=7)

Tableau 68 : Les aides de l'enseignante pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe de Valentine

Valentine apporte peu d'aides pendant la leçon. Lors du premier moment de recherche, elle se réfère dans un premier temps à la règle du jeu « tu dois donner exactement la bonne quantité », puis accepte le rendu de monnaie et réduit ainsi ses exigences mathématiques, par exemple dans l'extrait ci-dessous.

> 22:25 - 23:11 Malek: mais Valentine, si par exemple, on n'a pas septante, est-ce qu'on peut donner cent et il nous redonne trente.
> Valentine : tu dois donner exactement la bonne quantité.
> Malek: mais si on ne peut pas.
> Valentine : et bien, on est bloqués alors.

Malek: moi, j'ai donné cent et elle m'a redonné trente.
Valentine : bon, ben, continuez comme ça alors. Tiens sur ton truc en fonction des colonnes s'il te plaît. (*Valentine s'en va*).

Avec un autre groupe d'élèves, Valentine incite les élèves à se rendre la monnaie en expliquant que dans ce cas, l'élève aura donné exactement le bon nombre et aura ainsi suivi la règle du jeu qu'elle a expliquée.

24:21 - 26:22 Marie-Annick: moi, j'ai une idée, elle donne une centaine, et puis, elle lui rend trois dizaines.
Valentine : hum hum, alors ça voudrait dire est-ce que tu as suivi la règle que j'ai donnée, exactement le bon nombre. T'auras donné combien au final ? [...]
Valentine : mais si elle donne par exemple une centaine et puis qu'il lui rend... [...]
Valentine : trois dizaines. Combien t'auras donné finalement ? [...]
Valentine : Marie-Annick, elle lui aura donné combien ?
Marie : septante.
Valentine : tu lui auras donné septante. Tu vois, tu lui as donné cent et tu as reçu trente. Tu lui auras donné septante. C'est une bonne idée Marie-Annick.

Dans cet autre extrait, elle suggère d'abord d'arrêter le jeu suite à une situation de blocage puis valide le rendu de monnaie.

26:26 - 26:56 Antoine : j'ai que cinq dizaines, ça fait cinquante et puis.
Valentine : tu dois lui donner septante.
Aaron : oui.
Valentine : alors le jeu s'arrête.
Aaron : je suis obligé de lui donner une centaine et il me donne trois dizaines.
Valentine : ah alors, ça serait une bonne idée ça. Parce que s'il donne une centaine et puis, tu rends trois dizaines.
Lazare : alors tu me donnes une centaine et je te donne trois dizaines. (*Valentine s'en va*).

Valentine propose d'arrêter le jeu lors d'une situation de blocage, puis valorise la proposition d'Aaron avec le rendu de monnaie.

Cependant si dans les échanges individuels, elle accepte, voire encourage les échanges, lors des moments collectifs, elle ne réduit pas ses exigences lorsqu'elle apporte des aides aux élèves, elle n'autorise ni la procédure du rendu de monnaie, ni de faire crédit, ni d'attendre plusieurs tours avant de donner la somme au banquier.

29:31 - 30:08 Valentine : d'accord Aurélien, c'est une idée mais qui ne va pas dans le sens de notre jeu puisque la règle du jeu, c'est « je dois donner au banquier la somme exacte ». Je ne peux pas faire crédit, je ne peux pas attendre trois tours avant de donner. Non, non. La règle du jeu c'est « je donne au banquier exactement la bonne quantité ». J'aimerais bien que vous réfléchissiez tous parce que là, il y a deux ou trois enfants qui sont un petit peu rêveurs là en ce moment et qui aiment bien jouer avec le matériel. Lucie, une idée ?

De fait, lors du second moment de recherche, elle n'autorise plus les rendus de monnaie et demande aux élèves de recommencer une partie, de compter les points et de changer de banquier.

41:18 – 41:51 Valentine : alors, c'est un problème il n'y a plus assez d'unités. Alors, quand on se trouve confronté à ça, on a deux solutions, ou bien, on compte nos points là, maintenant et le jeu s'arrête juste maintenant et après on change de jeu. Ou bien, on cherche une solution mais disons. [...]
Valentine : d'accord. Alors, moi, je vous proposerai maintenant de changer de banquier et puis vous recomptez vos points.

Valentine semble avoir réduit ses exigences mathématiques lors du premier moment de recherche en autorisant les rendus de monnaie, mais finalement profite d'un temps collectif pour interdire les rendus de monnaie et poser la question de savoir que faire en situation de blocage, sans résoudre la question. Elle garde cette attitude pour la suite du travail en groupe jusqu'à la fin de la leçon.

iv. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	27 (N=176)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	<1%
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	5
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	9
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	10
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	3

Tableau 69 : Moment de recherche pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe de Valentine

Les élèves sont en temps de recherche pendant 27% du temps de la leçon, ce qui correspond à des moments de travail en groupe quand les élèves jouent une partie du jeu. Pendant la recherche des élèves, l'enseignante circule dans les groupes, demande aux élèves d'expliquer les situations qu'ils rencontrent et les procédures qu'ils proposent pour débloquer ces situations (par exemple : 23:53 – 26:22). Lors du deuxième moment de recherche, les élèves se retrouvent confrontés au manque de cartes « 1 unité » dû à une erreur de conception du jeu. Cette situation de blocage s'était déjà produite pendant la leçon de recherche dans la classe d'Anaïs et avait été discutée alors pendant la séance 5 (avant cette leçon). Lorsqu'elle se trouve à son tour confrontée à ces situations de blocage (lors des mises en commun et du deuxième moment de recherche), elle ne réduit pas ses exigences mathématiques et demande aux élèves de compter leurs points, de changer de banquier et de recommencer une nouvelle partie (42:34 – 42:42 « alors écoutez, vous repartez à zéro, vous changez les banquiers, et puis vous regardez »).

Lors des moments de recherche, Valentine prend des informations sur l'activité des élèves et sur leurs procédures. Ils expliquent d'eux-mêmes les situations qu'ils rencontrent et les procédures qu'ils veulent mettre en œuvre, sans qu'elle ait besoin de les questionner. Cela montre qu'ils ont l'habitude d'expliciter les situations qu'ils rencontrent en mathématiques.

v. Mise en commun

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	35 (N=144)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	31
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	10 10
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	4

Tableau 70 : Mise en commun pour la leçon hors dispositif du cycle a dans la classe de Valentine

Valentine organise deux mises en commun pour introduire les échanges comme procédure pour débloquer les situations du jeu, pendant 35% du temps. Lors de la première mise en commun (26:56-39:41), elle demande aux élèves les procédures mises en œuvre lorsque le jeu était bloqué. Dans l'extrait ci-dessous, une élève Lara devait donner septante, mais ne disposait pas de sept dizaines, elle a ainsi donné cent et le banquier lui a rendu trente.

> 26:56 - 29:18 Valentine : Nous avons eu plusieurs cas de figure où des enfants se sont trouvés entre guillemets bloqués. [...] Lara devait donner sept dizaines au banquier [...]. Elle n'avait pas assez de dizaines pour donner sept dizaines. [...] Elle est tombée sur septante qui donne sept dizaines. [...] (*Valentine a écrit au tableau* 70 -> 7 diz.).
> Marie-Annick: alors je donne cent (*inaudible*) une centaine et le banquier il lui rend trois dizaines.
> Valentine : Lara pourrait donner une centaine (*Valentine écrit au tableau 100*) à Léandre et Léandre rendrait trois dizaines. Ce qui fait qu'au final, elle aurait donné sept dizaines. Donc là, est-ce que Lara a donné la somme exacte ?
> Élève : non.
> Valentine : non. Elle a donné, au final, si on veut bien oui. [...] Qu'est-ce qu'on pourrait faire avec le banquier d'autre que de lui donner une centaine puisqu'on doit lui donner sept dizaines ? [...]

Valentine reconnaît que cette première procédure de rendu de monnaie permet de résoudre le problème mais ne respecte pas la règle et demande aux élèves d'en trouver d'autres. Paolo propose alors de faire une dizaine avec des unités et elle en déduit qu'il propose d'échanger dix cartes « 1 unité » pour une carte « 1 dizaine ».

> 30:50 - 31:59 Paolo: avec les unités, elle peut faire une dizaine. [...]
> Valentine : [...] Bonne idée Paolo, elle aurait pu prendre dix unités, ça lui aurait fait une dizaine. [...]
> Mais, moi, j'aimerais qu'on creuse un peu l'idée de... [...] Paolo nous dit que dix unités c'est égal à une dizaine. (*Valentine écrit au tableau 10 u = 1 diz*). Est-ce qu'il y a d'autres choses

> que vous pouvez faire dans ce genre d'égalités ? Est-ce que vous connaissez d'autres égalités par rapport aux idées de Paolo ?
> Méthis : dix dizaines, ça fait une centaine.
> Valentine : dix dizaines, c'est égal à une centaine. Tout le monde est d'accord avec ça ?

Elle présente le rendu de monnaie comme étant une procédure correcte d’un point de vue mathématique, puis demande aux élèves d’en trouver d’autres, autorisées dans les règles du jeu et qui débloquent aussi les situations du jeu.

> 36:27 - 37:11 Non, il lui rend pas. Alors ça, c'était la possibilité, oui, ça c'était l'idée d'avant qui était aussi une bonne idée. Alors, Paolo revient avec l'idée d'avant. Elle donne cent au banquier (*Valentine entoure avec le doigt le carré barré 100*) et le banquier va lui rendre trois dizaines et puis comme ça, elle a donné sept dizaines. Bien Paolo, ça, c'est une bonne idée mais nous, on ne la garde pas cette idée parce que dans la règle du jeu, c'est : « je dois donner exactement le bon nombre ». Et si tu donnes ça (*elle montre le carré barré 100*), t'as pas donné une, deux, trois, quatre, cinq, six, sept (*elle montre les carrés 10*).

Pour invalider la procédure du rendu de monnaie, Valentine rend tangible le nombre de points à donner (70) en dessinant au tableau noir sept carrés $\boxed{10}$ et utilise les arguments : si on donne cent, on n’a donc pas donné les sept cartes « 1 dizaine » et, donner exactement le nombre de points signifie donner exactement sept cartes « 1 dizaine ». Elle explique en détail que l’échange d’une carte « 1 centaine » avec dix cartes « 1 dizaine » permet de donner septante au banquier (soit sept cartes « 1 dizaine »). Elle dessine ainsi d’abord les sept cartes « 1 dizaine » qu’elle encadre pour désigner le nombre de points à donner exactement au banquier, puis les cartes qui sont déjà à disposition du joueur : trois cartes « 1 centaine », deux cartes « 1 dizaine » et une carte « 1 unité » (voir Figure 35).

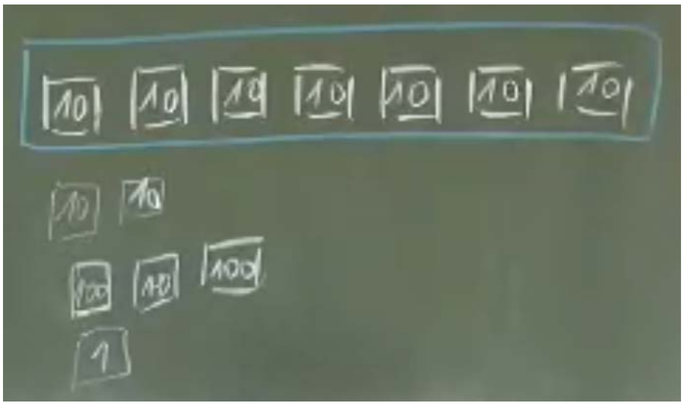


Figure 35 : Tableau noir dans la classe de Valentine- à 35 min25 - leçon hors dispositif du cycle a

Enfin, lorsque l’échange d’une carte « 1 centaine » avec dix cartes « 1 dizaine » est proposé, un élève barre $\boxed{100}$ qui représente la carte « 1 centaine ». Puis, l’enseignante efface $\boxed{100}$ car le joueur a donné « 1 centaine » au banquier, puis dessine ce que le banquier donne en échange, c’est-à-dire les dix carrés $\boxed{10}$ qui représentent les dix cartes « 1 dizaine ». Enfin, elle en barre sept qui représente les sept cartes « 1 dizaine » données au banquier (voir Figure 36).

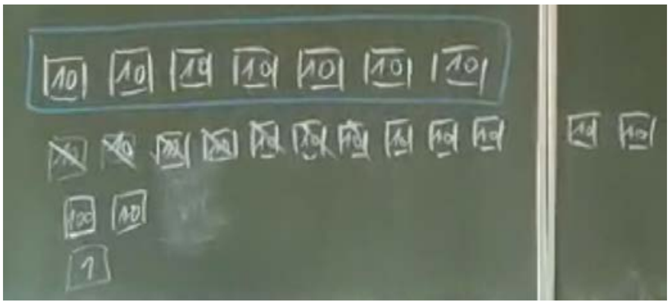


Figure 36 : Tableau noir dans la classe de Valentine- à 39 min41 - leçon hors dispositif du cycle a

Valentine utilise indifféremment « une centaine » ou « carte cent », « une dizaine » ou « carte dix » (38:22 - 39:41). Par exemple, elle dit « trois centaines, trois cartes cent » en désignant les trois carrés $\boxed{100}$ au tableau (38:22 - 39:41). Elle explicite la procédure d’échange en détail, illustre cet échange en dessinant les cartes puis en en supprimant, et enfin barre les cartes données au banquier. Il est intéressant de relever le décalage entre ce qui est noté au tableau avec les nombres encadrés $\boxed{1}$, $\boxed{10}$ et $\boxed{100}$ et ce qui est indiqué sur les cartes « 1 unité », « 1 dizaine » et « 1 centaine ». Elle aurait pu noter 1 u, 1 d, 1 c pour garder la cohérence avec les cartes du jeu. Le choix de noter $\boxed{1}$, $\boxed{10}$ et $\boxed{100}$ laisse possible l’ambiguïté entre nombres en unités simples et nombres d’unités, nombres de dizaines ou nombres de centaines.

Lors des mises en commun, Valentine introduit les échanges comme étant des procédures qui permettent de débloquer des situations du jeu et explicite en détail un échange en l’illustrant au tableau, en effaçant ce qui est donné au banquier pour l’échange, en rajoutant les cartes obtenues après échange et en barrant les cartes données au banquier. Lors des deux mises en commun, les élèves explicitent leurs procédures et la validation est effectuée par l’enseignante.

vi. Synthèse-institutionnalisation

Valentine organise une synthèse à la fin de la leçon en demandant aux élèves ce qu’ils ont appris en jouant à ce jeu, mais n’organise pas d’institutionnalisation des savoirs en jeu.

> 55:23 – 57:30 Valentine : [...] je viens d'assister à des échanges intéressants pour pouvoir continuer le jeu, très bien. Donc échanger c'est important, de savoir échanger. [...] Avez-vous appris quelque chose ?
> Élèves : oui.
> Valentine : qui a appris quelque chose à travers ce jeu ? (*Quelques mains se lèvent*).
> Élève : on peut changer des choses.
> Valentine : on peut changer des choses, est-ce qu'on peut être plus clair. Qu'est-ce qu'on peut échanger ?

Lazare : moi, je savais pas qu'on pouvait échanger des centaines contre plein de petites unités.
Valentine : d'accord. Des centaines t'as dit, contre plein de petites unités. Oui, c'est vrai que des centaines, ça fait...
Lazare : une centaine, ça fait cent.
Valentine : une centaine, ça fait cent petites unités. Alors ça, c'est vrai. Et une centaine, ça fait combien de dizaines Lazare ?
Lazare : une dizaine, ça fait dix unités.
Valentine : dix...
Lazare : dix dizaines.
Valentine : dix dizaines. D'accord, très bien. [...]

Les deux échanges sont énoncés soit par Lazare « une dizaine, ça fait dix unités » soit par Lazare et l'enseignante « une centaine, ça fait combien de dizaines Lazare ? [...] dix dizaines ». Ces deux échanges restent dans le cadre du jeu (« ça fait ») et non dans un registre mathématique (égale, vaut).

Valentine organise une synthèse de ce qui a été appris pendant le jeu, comme prescrit dans le plan de leçon, mais cette synthèse reste contextualisée dans le registre du jeu et à l'oral.

8.2.2 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

8.2.2.1 Modifications par rapport aux échanges

Valentine écrit au tableau (voir Figure 34) 10 u = 1 diz et 10 d = 1 cent pour introduire les échanges pour débloquer les situations du jeu. Elle inscrit deux abréviations différentes pour dizaine : d et diz, ce qui manque de cohérence et peut provoquer des difficultés de compréhension. Elle inscrit l'abréviation cent pour centaine ce qui a également porté à confusion pour Lazare qui dira « un cent » (38:22 - 39:41) à plusieurs reprises. Elle apporte aussi une modification à la tâche prescrite lorsqu'elle demande aux élèves les deux échanges qui correspondent à une double lecture de gauche à droite puis de droite à gauche de chaque égalité mathématique inscrite au tableau.

8.2.2.2 Modifications par rapport au rendu de monnaie

Valentine autorise les rendus de monnaie lors du premier moment de recherche de la leçon. Or, elle avait relevé comme moment clé de ses observations de la première leçon de recherche qu'Anaïs avait autorisé le rendu de monnaie et qu'elle n'aurait pas dû, qu'elle aurait dû arrêter le jeu.

SC 5 - 2:01:10 - 2:02:30
Valentine : et puis après à un autre moment, Anaïs est intervenue, donc le banquier est bloqué, il ne peut pas faire d'échanges puisqu'il lui reste huit unités. Il lui en faut dix pour faire un échange. Quand il est allé regarder chez les autres, Anaïs les a guidés pour dire toi, toi et aucun en avait, donc soit le jeu s'arrêtait, soit, tu as proposé quoi finalement ?

Anaïs : j'ai dit on va... on est obligé de ne pas respecter les règles.
Anaïs : et du coup, Jules, lui, il n'arrivait pas à dépasser ça. Il était tout le temps dans rendre la monnaie.
Valentine : oui, tu leur as fait rendre la monnaie.
Valentine : ce moment-là était embêtant quoi.
Anaïs : ouais.
Valentine : parce que là, qu'est-ce qu'on avait dit, le jeu s'arrêtait quand on est bloqués. Quand on est bloqués, il faut recommencer une partie.
Anaïs : aussi, ouais.
Valentine : on s'arrête là, la partie est terminée, vous comptez.
Océane : il aurait fallu trouver un joueur qui avait assez d'argent.
Valentine : non, c'est pas dans les règles non plus. D'aller chercher chez les autres si ça peut jouer.

Valentine relève qu'Anaïs n'aurait pas dû autoriser les joueurs à se rendre la monnaie et à ne pas donner exactement le nombre de points et lorsqu'elle enseigne elle-même la leçon, elle va dans un premier temps les accepter. Puis, pendant la séance 6, elle explique qu'elle s'est trompée en autorisant les rendus de monnaie et que lors de la leçon de recherche, elle s'était davantage focalisée sur l'activité des élèves en classe que sur celle de l'enseignante.

SC 6 - 5:31 - 8:13 J'ai donné les explications tous en plénière autour de la grande table. En présentant le matériel, en présentant les règles du jeu [...] après c'est moi qui me suis plantée, j'ai été appelée dans un groupe assez rapidement [...] c'était des groupes de quatre pour la plupart. Et deux groupes de trois. Je trouve que le groupe de quatre, c'était dommage, enfin, le fait qu'il manque des unités, ça ne va pas. Je ne comprends pas, ce blocage-là n'est pas intéressant. [...] Donc vraiment si on a des groupes de quatre, à mon avis il faut, prévoir plus d'unités. [...] Par contre, ils ont été bloqués effectivement… et puis ils m'ont appelée et puis, alors je leur ai dit qu'est-ce qu'on pourrait faire ? Ah ben il pourrait me donner cent, et puis je peux lui rendre trente ou je ne sais plus ce que c'était, et comme une gourde j'ai dit « ben voilà ». (*inaudible*). (*Rires*) ouais, mais c'est vraiment le fait de voir une leçon, moi, j'ai absolument pas regardé Anaïs, donc je regardais le groupe, je ne regardais pas la maîtresse, et puis, je m'étais dit « je vais savoir faire » et puis, en fait non, parce que je n'avais pas regardé ce que t'avais fait, et puis j'étais distraite dans le retour ou je ne sais pas, parce que cette histoire d'échange, j'ai réalisé toute seule heureusement, après, Valérie, elle était déjà en train de… Et puis après j'ai tout arrêté évidemment. J'ai dit : « alors voilà, on a une proposition qui est peut-être intéressante, mais je vous rappelle juste qu'on ne peut donner qu'exactement ce qu'il faut donner. Donc exactement la quantité de points, donc il faut trouver une autre solution ». Et puis là, l'échange est arrivé, et puis voilà. Mais disons dans un premier temps, j'ai accepté l'idée. (*rires*).
Facilitateur (*Anne*) : pourquoi t'as réagi comme ça ? [...]
Valentine : après avoir vu une leçon et avoir analysé en disant voilà maintenant ce qu'on veut c'est des échanges, donc on essaye immédiatement de dire : « non ça, on ne veut pas ». [...]
Anne : Moi, je le verrai pas comme une bourde, je le verrai comme c'est que c'est ça…
Valentine : ça, on est bien d'accord. Mais, avec la règle du jeu, que j'ai pourtant bien répétée, j'aurais pu immédiatement dire c'est légitime, mais… j'ai d'abord dit : « oui d'accord, vas-y ».

Suivant les objectifs du cycle *a*, le GLS a identifié l'aspect décimal et la notion d'échange comme étant une difficulté d'apprentissage pour les élèves. Le GLS a ainsi choisi de travailler sur cet aspect pendant la leçon de recherche et a choisi ce jeu spécifiquement pour que les élèves réalisent des échanges. Le GLS a réalisé un travail collectif conséquent (cinq séances et une leçon de recherche) lors de ce cycle. Valentine a bien identifié l'enjeu mathématique visé par l'activité ainsi que les contraintes du jeu à respecter pour assurer cet apprentissage. Mais, elle accepte les rendus de monnaie au début de la leçon certainement à cause du côté artificiel des règles du jeu. Pendant la séance 6, le GLS discute ensuite du rendu de monnaie et des connaissances mathématiques travaillées dans ce cas. Un enseignant (Marius) affirme que dans ce cas, les élèves travaillent la décomposition et la recomposition des nombres, avec un exemple dans lequel il faut donner 145 au banquier, le joueur donne 150 et le banquier rend 5. Valentine, quant à elle, soutient que lorsqu'il y a un rendu de monnaie, le banquier peut effectuer une soustraction sans effectuer d'échange (SC 6 - 1:17:09 - 1:17:14 « Et pour le banquier, quand il donne cinq unités, il peut ne pas faire d'échange mais une soustraction »).

Lors des séances 5 et 6, Valentine semble avoir identifié clairement les enjeux mathématiques et l'intérêt d'interdire les rendus de monnaie pour permettre de travailler la notion d'échange. Mais pendant la leçon, elle n'identifie plus les enjeux mathématiques de l'activité avec l'intérêt de respecter les règles du jeu.

8.2.2.3 La non-modification par rapport au problème de matériel dans le jeu

Valentine n'a modifié ni le matériel mis à disposition du banquier ou des joueurs, ni changé le nombre d'élèves par groupe. Ainsi, lors du deuxième moment de recherche, les élèves se sont retrouvés confrontés au manque de cartes « 1 unité » dû à l'erreur de conception du jeu. Cette situation de blocage s'était déjà produite pendant la leçon de recherche et avait déjà été relevée (avant cette leçon, SC 5 - 27:39 - 30:17 Anaïs : « Avec les unités, il n'y avait pas assez d'unités, ça je ne veux pas, c'est pas possible, c'est pas possible certains étaient bloqués. [...] aucun des élèves n'avaient assez d'unités »). Elle était alors intervenue pour proposer deux solutions à ce problème de conception du jeu (SC5 30:24 – 31:02 « je pense des groupes de trois, ce serait mieux pour le matériel. Est-ce qu'on a le droit de changer le quota d'unités ? »). Mais elle n'en a pas tenu compte pendant sa leçon soit en mettant plus de cartes « 1 unité » à disposition des banquiers, soit en mettant les élèves par groupe de trois (au lieu de quatre). Elle relève pendant la séance 6 que cette situation de blocage dû au problème de conception du jeu n'est pas intéressante d'un point de vue des apprentissages, comme si elle le découvrait à ce moment-là (voir extrait précédent - SC 6 - 5:31 - 8:13).

La modification par rapport au rendu de monnaie autorisé puis interdit pendant la leçon, la non-modification du matériel (ajout de cartes « 1 unité ») ou du nombre d'élèves par groupe (trois au lieu de quatre) laissent penser que l'enseignante s'est peu préparée et ne s'est pas approprié la leçon suffisamment avant de l'enseigner à ses élèves.

8.2.2.4 Modification par rapport à la fin du jeu

Dans le plan de leçon, il était prévu qu'avant la fin de la leçon, l'enseignante arrête les parties et que les élèves comptent leurs points pour déterminer le gagnant. Valentine a effectivement demandé aux élèves leur score mais ne leur a pas demandé qui était le gagnant dans chaque groupe. Cette modification révèle que l'aspect du jeu ne semble pas important dans ses pratiques. Il est intéressant de relever que lorsque les élèves énoncent leur score, elle leur demande de décomposer le nombre en centaines, en dizaines et en unités, comme dans l'extrait ci-dessous.

> 1:03:43 – 1:04:23 Valentine : bien, quelqu'un veut encore donner son score ? Alexandre ?
> [...]
> Alexandre : sept cent trente-quatre.
> Valentine : d'accord, vas-y. Dis-nous combien ça fait de...
> Alexandre : sept centaines, trois dizaines et puis quatre unités.
> Valentine : bravo, très bien.

Cette modification de la tâche prescrite s'inscrit dans une logique d'apprentissage de la décomposition d'un nombre et non dans l'aspect du jeu.

8.2.3 Analyse de la représentation

Dans sa représentation, l'égalité mathématique « 10 u = 1 diz » correspond à deux échanges : l'échange de dix cartes « 1 unité » pour une carte « 1 dizaine » et inversement l'échange d'une carte « 1 dizaine » pour dix cartes « 1 unité ». Valentine raisonne de manière analogue pour l'égalité « 10 d = 1 cent ». Elle fait correspondre cette égalité à l'action d'échanger munie d'un sens : un joueur donne une carte « 1 dizaine » au banquier et celui-ci lui donne dix cartes « 1 unité ». Par exemple, elle dit « comme échange, j'ai dix unités qui valent une dizaine ».

> 48:45 - 49:42 Valentine : je crois que vous êtes pas très attentifs là, en ce moment. [...] Comme échange, j'ai dix unités qui valent une dizaine, dix dizaines qui valent une centaine. Est-ce que j'ai d'autres échanges possibles ? Non ? C'est les deux seuls ? [...]
> Valentine : [...] Il y a aussi l'inverse, par exemple, dix unités, ça vaut une dizaine. Mais, évidemment une dizaine ça vaut dix unités. Et puis une centaine, ça vaut dix dizaines. C'est tout quoi. On a nos échanges qui peuvent être nos baguettes magiques. [...]

D'un point de vue du jeu, l'échange inverse entre le joueur et le banquier n'a pas lieu d'être car un joueur qui détiendrait dix cartes « 1 unité » pourrait donner la somme exacte sans devoir les échanger préalablement avec une carte « 1 dizaine ». D'un point de vue mathématique, l'égalité est une relation d'équivalence. Néanmoins, l'enseignante insiste auprès des élèves pour qu'ils proposent les échanges « inverses » et leur dit même qu'ils ne sont pas très attentifs, non pas par rapport à la discipline mais bien par rapport à ce qu'elle attend d'eux. Cette intervention conclut la deuxième mise en commun (45:38 – 49:42) qui avait pour objectif de trouver tous les échanges possibles. D'ailleurs, elle affirme comme une évidence : « Il y a aussi l'inverse, par exemple, dix unités, ça vaut une dizaine. Mais, évidemment une dizaine ça vaut dix unités » et ne replace pas cette affirmation dans le contexte du jeu, c'est-à-dire en termes d'échanges.

Par rapport au rendu de monnaie, nous ne pouvons pas affirmer que dans la représentation de la tâche prescrite, Valentine autorise le rendu de monnaie, en se référant à ses interventions pendant les séances d'une part. Et d'autre part, elle accepte le rendu de monnaie lorsqu'elle circule dans les groupes et qu'un élève le propose face à une situation de blocage : elle semble réagir « à chaud » sans avoir anticipé cette situation. D'ailleurs, elle justifie dans un premier temps que le rendu de monnaie correspond aux règles du jeu (24:21- 26:22 « alors ça voudrait dire est-ce que tu as suivi la règle que j'ai donnée, exactement le bon nombre. T'auras donné combien au final ? »), puis elle se réfère à nouveau aux règles du jeu pour dire le contraire : pour interdire le rendu de monnaie (36:27 - 37:11 Elle donne cent au banquier (*Valentine entoure avec le doigt le carré barré 100*) et le banquier va lui rendre trois dizaines et puis comme ça, elle a donné sept dizaines. Bien Paul, ça, c'est une bonne idée mais nous, on ne la garde pas cette idée parce que dans la règle du jeu, c'est : « je dois donner exactement le bon nombre »).

Dans sa représentation, l'égalité correspond à une action et est munie d'un sens (A vaut B et B vaut A). La tâche qu'elle se représente se construit dans l'action de la leçon : l'enseignante prend en compte l'activité des élèves pour autoriser le rendu de monnaie, puis l'interdit en se référant aux règles du jeu lors de la mise en commun et certainement aussi en se remémorant la préparation commune.

8.2.4 Analyse de la redéfinition

Dans sa redéfinition de la tâche, Valentine autorise, puis interdit le rendu de monnaie en expliquant que dans les règles du jeu, il n'est pas précisé qu'il est interdit de se rendre la monnaie et que cela relevait d'une décision collective.

> SC5 41:18 - 41:24 Vanessa (*une enseignante*) : simplement, je pense que c'est un problème d'énoncé quand on dit « le joueur doit donner au banquier exactement le nombre de points indiqué dans la case ». Ça ne dit pas que rendre n'est pas possible.
> Valentine : oui, tout à fait.
> Facilitateur (*Anne*) : et s'il doit donner exactement ? [...]
> Valentine : exactement exactement. C'est le cas de le dire. Alors, moi je suis d'accord, c'est pas précisé dans les règles du jeu mais nous, on s'était dit que ce serait ça. [...]

Dans sa redéfinition, elle se réfère aux règles du jeu dans laquelle le rendu de monnaie n'est pas explicitement interdit. Ainsi, dans l'imprécision des règles du jeu, elle autorise dans un premier temps le rendu de monnaie puis l'interdit en se référant à la préparation commune. Après cette leçon, elle analyse elle-même sa leçon en disant « non ça, on ne veut pas » en référence à l'autorisation des rendus de monnaie (SC6 - 5:31 – 8:13).

8.2.5 Synthèse par rapport au processus de modifications

Le processus de modifications entre les tâches prescrite et réalisée a pour sources :

- sa prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon ce qui a amené Valentine a d'abord accepté les rendus de monnaie avant de les interdire. Elle a ainsi redéfini pendant le début de leçon une tâche éloignée de la tâche prescrite.
- son analyse mathématique de l'activité car une égalité mathématique a deux sens de la gauche vers la droite et de la droite vers la gauche qui correspondent à deux échanges possibles. Cette source intervient lors de sa représentation de la tâche prescrite.

Valentine a une redéfinition en décalage avec la tâche prescrite car elle autorise le rendu de monnaie au début de la leçon, ce qui ne permet pas d'atteindre les apprentissages visés. Par ailleurs, elle a réalisé des analyses sur l'activité mathématique après la première leçon de recherche en séance collective, mais elle n'en a pas tenu compte lors de sa leçon, notamment en ne disposant pas ses élèves par groupe de trois et sans ajouter de cartes « 1 unité ».

8.3 Leçon de recherche du cycle *c*

8.3.1 Éléments de contexte

8.3.1.1 Présentation des séances du cycle *c*

Le cycle *c* est axé sur la résolution de problème comme sujet mathématique et sur les aides à apporter aux élèves à la représentation du problème, comme geste professionnel. Le tableau ci-dessous reprend le déroulement effectif des séances avec les objectifs suivis. La leçon dans la classe de Valentine est la deuxième leçon de recherche du cycle.

Leçon observée ou Séance collective	Date	Objectifs des séances
17	04/09/14	Travail sur la résolution de problème : préciser le sujet, difficultés pour les élèves, pour les enseignants, exemples de problèmes dans les MER (étape 1)
18	25/09/14	Travail sur les aides à la résolution de problème à partir de problèmes proposés dans l'article (Julo, 2002) (étape 1)
19	30/10/14	Travail sur les aides à la résolution de problème à partir de l'article (Julo, 2000) et du manuel scolaire Euromaths (Peltier, Briand, Ngono & Vergnes, 2006, pp. 16-17;68-69;97-98) (étape 1)
20	13/11/14	Construction de problèmes isomorphes (aide proposée dans l'article (Julo, 2000)) et construction de la leçon (étape 1)
21	27/11/14	Préparation et rédaction du plan de leçon (étape 2)
22a	11/12/14	Discussions informelles qui ont lieu juste avant la leçon
	11/12/14	Leçon de recherche enseignée par Vanessa (étape 3)
22b	11/12/14	Débriefing de la leçon (étape 4)
23	08/01/15	Bilan de la leçon et suite du cycle (étape 4 et étape 1)
24	22/01/15	Travail sur le problème « Promotion » et sur les aides (étape 2)
25 a	12/02/15	Discussions informelles qui ont lieu juste avant la leçon
	12/02/15	Leçon de recherche enseignée par Valentine (étape 3)
25 b	12/02/15	Débriefing de la leçon (étape 4)

Tableau 71 : Séances du cycle c

8.3.1.2 Choix du sujet mathématique et positionnement de Valentine

Les enseignants ont proposé des sujets mathématiques qui posaient des difficultés d'enseignement ou des difficultés d'apprentissage aux élèves lors de la séance 1. Ils ont ainsi proposé la résolution de problèmes comme étant un sujet d'enseignement qui leur posait des difficultés. Au cours de ces échanges, Valentine a exposé son point de vue (SC1 - 1:12:16 - 1:12:45 « en reformulant, on a déjà un tas d'aides et de pistes et voilà. S'ils [les élèves] peuvent démarrer après une reformulation, c'est déjà bien mais souvent c'est la donnée qui n'est pas comprise par rapport à justement à trop d'informations ou des mots français pas clairs, exprès compliqués pour justement créer une situation complexe »). Ainsi, la difficulté des élèves à résoudre des problèmes repose principalement sur les énoncés proposés dans les activités des MER car ceux-ci comportent trop d'informations ou sont difficilement compréhensibles par les élèves sans reformulation de la part de l'enseignante.

8.3.1.3 Choix et présentation de l'activité mathématique, positionnement de Valentine

Le GLS a choisi l'activité « En promotion » (voir Annexe 33) qu'il a modifiée en « Promotion » (voir Figure 37) pour travailler la représentation de problème et la manière d'aider les élèves à se représenter un problème.

Promotion

Je veux acheter beaucoup de ballons pour mon anniversaire.
Quel type d'emballage est le plus avantageux?

Justifie ta réponse.

Figure 37: Activité « Promotion »

Quelques éléments de l'analyse a priori (développée dans l'annexe 36)

Dans cette activité, il faut déterminer quel type d'emballages est le plus avantageux parmi trois types d'emballages contenant des nombres de ballons différents et coûtant des prix différents : 12 ballons coûtent 10 Frs, 6 ballons coûtent 4 Frs et 4 ballons coûtent 3 Frs. Pour se représenter ce problème, une stratégie consiste à rendre comparables les trois types d'emballages, soit en calculant le prix de chacun pour un même nombre de ballons, soit en calculant pour un même prix le nombre de ballons correspondant. Une autre stratégie consiste à comparer deux à deux les trois types d'emballages en calculant le prix pour un même nombre de ballons.

Cette activité porte sur la comparaison de trois situations de proportionnalité, mais la proportionnalité n'est pas l'objectif d'apprentissage visé par le GLS.

Valentine propose « En promotion » à ses élèves régulièrement, mais trouve cette activité difficile et peu accessible pour la plupart de ses élèves.

> SC19 - 50:19 - 50:37 - Valentine : Les bons en maths, on leur a donné un os là pour penser, intéressant ça passe ou ça casse... avec les autres, enfin les septante pour cent qui restent on ne leur met pas « Promotion ». Enfin moi, je ne le mets pas.
> SC23 - 1:13:56 - 1:14:00 Valentine : Mais chaque année, on se trouve devant « Promotion » avec nos élèves, on voit bien qu'ils n'y arrivent pas.

8.3.2 Analyse de l'activité « Promotion » par le GLS et positionnement de Valentine

Les aides à la représentation de problème prévues par le GLS lors des séances de préparation de la leçon (séances 23, 24 et 25a) sont de trois ordres :

- Expliquer le terme avantageux « la sorte d'emballage qui coûte le moins cher pour acheter beaucoup de ballons » (plan de leçon).
- Demander aux élèves de comparer les prix des trois types d'emballages pour l'achat de 24 ballons : « L'enseignante estime s'il est nécessaire de proposer la recherche pour 24 ballons à tous ou si elle le propose comme aide individuelle » (plan de leçon).
- Proposer du matériel : « Pour les élèves qui ont encore des difficultés ou plus vite si nécessaire : faire les sachets avec des jetons » (plan de leçon).

Pendant la séance 25a, Valentine questionne le choix de proposer 24 qui est un multiple commun de 12, 6 et 4, à la place de 12 qui est le plus petit multiple commun. En effet, le choix du nombre 12 implique moins de calculs à effectuer car le premier type d'emballages contient 12 ballons.

> SC25a - 0:44 - 1:06
> Valentine : Et puis pourquoi ? Ma question c'est pourquoi on propose vingt-quatre ballons et non pas douze ? Pour pas prendre un des nombres notés. Parce que le douze évidemment il est facile.

Stéphane : Si le douze vient...
Anne : Si les élèves proposent douze, tu gardes douze.
Stéphane : Pourquoi pas.

Cette intervention montre que Valentine a analysé le plan de leçon avant la leçon et questionne les choix collectifs.

Pendant la séance 24, Valentine propose une analyse mathématique erronée de l'activité car elle explique que certains des nombres de l'activité ne sont pas utiles (SC24 - 1:10:47 - 1:11:08 « Non, mais, tu te rappelles, on avait quand même dit que douze, six, quatre, qui étaient les nombres qu'on devait utiliser pour... résoudre qui sont nos nombres qu'on utilise. [...] Six, quatre, trois qui ne servent à rien »). Or les six nombres de l'activité, c'est-à-dire les trois nombres de ballons différents associés aux trois prix différents, sont utiles. Les trois nombres de ballons sont par exemple utilisés d'abord pour calculer un multiple commun (m), puis les trois prix sont utilisés pour calculer le prix de m ballons. La discussion porte ensuite sur la taille des écritures sur l'image de « Promotion » sans que les analyses de Valentine ne soient reprises.

L'analyse du GLS s'est focalisée davantage sur les aides à apporter aux élèves que sur l'analyse mathématique du problème « Promotion » car d'une part le GLS réalise peu d'analyse mathématique sur la proportionnalité avant la leçon, hormis une explication sur les rapports interne et externe (SC14- 48:07 - 50:35). D'autre part, le GLS n'a fait qu'évoquer la détermination d'un multiple commun ou du plus petit multiple commun (ppmc) lors des séances avant la leçon, sans rediscuter des procédures pour les calculer.

SC20 - 1:54:48 - 1:54:56 Marie (*une enseignante*) : Et puis à la recherche de plus grand multiple commun ou du plus petit multiple commun qu'on a fait plus tard. [...]
SC22 -36:21 - 39:11 Anne : [...] c'est résoudre un problème en passant par le plus petit multiple commun.[...]
Stéphane : on a pris une leçon qui était plus clairement... là on est sur quelque chose qui est... Est-ce que c'est vraiment le multiple commun ou est-ce qu'on est sur de la proportionnalité ? Enfin bon. Mais le but, c'est la résolution de problème et c'est comment aider les élèves à se représenter le problème ? Parce que notre difficulté d'enseignant au départ, c'est ça. C'est comment les aider sur ce début du problème ? Et les aider non pas pour qu'ils réussissent mais pour qu'ils apprennent à faire cette première étape et aussi pour qu'ils réussissent. Mais ce qu'on a de la difficulté à faire, c'est leur apprendre à faire ce pas-là.
SC22 - 54:39 - 54:53 Anne : Pour moi le savoir mathématique qui est là derrière c'est de trouver le plus petit multiple commun parce que pour pouvoir comparer il faut qu'une des deux unités soit la même voilà.

Ces extraits illustrent le positionnement du GLS pendant le travail de préparation de cette leçon de recherche : celui-ci a choisi de travailler prioritairement les aides à la représentation du problème et non les savoirs mathématiques en jeu dans le problème « Promotion ».

D’ailleurs, l’un des facilitateurs rappelle le focus du travail pendant ce cycle sur la représentation du problème et non la proportionnalité (SC26 - 17:09 - 17:52 et SC27 – 9:59 – 10:10).

8.3.3 Analyse de la tâche prescrite

8.3.3.1 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques explicités dans la tâche prescrite

Nous décrivons le plan de leçon (voir Annexe 37) afin d’expliciter les gestes professionnels que l’enseignant doit mettre en œuvre pendant la leçon. Pour le processus de dévolution, l’enseignant indique aux élèves que le travail est individuel et peut donner une explication du terme « avantageux » : « la sorte d’emballage qui coûte le moins cher pour acheter beaucoup de ballons ». Puis, il organise un moment collectif dont l’objectif est de répondre à la question « on cherche quoi ? » avec la possibilité de laisser les élèves en discuter par groupe de deux. Ce moment collectif doit faire émerger la nécessité d’un élément commun pour pouvoir comparer les trois types d’emballages et la nécessité d’avoir le même nombre de ballons pour comparer, avec la proposition éventuelle de 24 ballons à toute la classe ou en aide individuelle. Le moment de recherche se déroule en individuel avec la proposition des 24 ballons. Le moment collectif suivant pointe la nécessité de comparer pour résoudre le problème et qu’une comparaison nécessite des points communs. L’enseignant demande alors aux élèves « quel serait le paquet le moins cher pour acheter 36 ballons ? » Le dernier moment de recherche est individuel avec du matériel pour les élèves qui en ont besoin ou à l’inverse un deuxième problème « Une autre promotion » (voir Figure 38) pour ceux qui auraient rapidement résolu le premier.

Une autre promotion

Une autre sorte de ballons est proposée dans les emballages suivants :

- 10 ballons pour 6.-
- 15 ballons pour 8.-
- 20 ballons pour 12.-

Parmi ces trois types d’emballage, lequel est le plus avantageux ?

Figure 38 : Activité « Une autre promotion »

8.3.3.2 Analyse des gestes professionnels et des connaissances mathématiques implicites dans la tâche prescrite

Le plan de leçon fournit peu d'indications concernant le processus de dévolution : l'enseignant peut lire le problème aux élèves ou les laisser en autonomie. Il n'y a pas non plus d'indication sur l'organisation de la fin de la leçon. Faut-il organiser une mise en commun des procédures des élèves ? Une synthèse, voire une institutionnalisation ? Et si oui, sur quelles connaissances mathématiques peuvent-elles porter ?

L'un des enjeux mathématiques de ces deux problèmes est la recherche du plus petit multiple commun (PPCM) ou d'un multiple commun. Dans le premier problème, ce nombre (24) est proposé par l'enseignant, puis les élèves doivent comparer les trois situations de proportionnalité avec un autre multiple commun (36). Dans le deuxième problème, la recherche de ce nombre est à la charge des élèves. Il est ainsi envisageable d'organiser une mise en commun et une synthèse des procédures de recherche d'un multiple commun (ou PPCM) et des procédures de comparaison des trois situations de proportionnalité. Néanmoins, cela n'a pas été explicité par le GLS lors des séances de préparation de la leçon.

8.3.4 Étude de la réalisation de la tâche

8.3.4.1 Déroulement et activités proposées

Voici le tableau des interventions de l'enseignante et des activités proposées aux élèves par Valentine pendant la leçon de recherche du cycle c.

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00 - 2:28	Collectif	Installation		
2:28 – 3:01	Collectif	Introduction	Valentine demande aux élèves ce que signifie de faire une tâche de manière individuelle	
3:01 – 5:18	Collectif	Prescription	Valentine enrôle les élèves par une mise en contexte du problème Distribution du problème	Les élèves lisent de manière individuelle la consigne
5:18 – 7:26	Individuel	Recherche	Valentine circule dans les rangs	Les élèves commencent à résoudre le problème
7:26 – 8:43	Collectif	Prescription	Valentine demande aux élèves les termes de la consigne qu'ils n'ont pas compris	Un élève demande alors ce que signifie le terme avantageux
8:43 – 8: 51	Individuel	Recherche	Valentine circule dans les rangs	Les élèves commencent à résoudre le problème
8:51 – 8:56	Collectif		Valentine explique le terme avantageux	

8:56 - 9:18	Individuel	Recherche	suite	suite
9:18 – 12:30	Collectif	Prescription	Valentine demande aux élèves 1. ce qu'il faut chercher 2. s'il y a la même quantité de ballons dans chaque emballage 3. combien coûtent 24 ballons pour chacun des trois types d'emballages (11:34)	Les élèves répondent 1. le ballon le moins cher, le même nombre de ballons mais en moins cher 2. le nombre de ballons de chaque emballage et le prix.
12:30 – 13:40	Individuel	Recherche	Valentine circule dans les rangs et aide les élèves	Les élèves résolvent le problème pour l'achat de 24 ballons
13:40 – 14:07	Collectif		Valentine précise la consigne, demande aux élèves de justifier leur réponse avec des phrases	
14:07– 17:59	Individuel	Recherche	Valentine circule dans les rangs et aide les élèves	suite
17:59 – 23:13	Collectif	Mise en commun	Valentine est au tableau et résume les informations du problème (12b 10.- ; 6b 4.- ; 4b 3.-) Elle demande à Paolo de venir présenter sa procédure pour 12 ballons et demande à toute la classe l'emballage le moins cher pour l'achat de 24 ballons	Apolon et Paolo expliquent leur procédure pour 12 ballons
23:13 – 35:41	Individuel	Recherche	Valentine circule dans les rangs, valide les réponses des élèves (pour 24 ballons) et propose un deuxième problème « Une autre promotion »	Les élèves résolvent le 1er problème puis le 2ème (« Une autre promotion ») et prennent un livre s'ils ont fini
35:41 – 35:51	Collectif		Valentine distribue le 2ème problème à tous les élèves (qui ne l'ont pas encore commencé)	
35:51 – 37:15	Individuel	Recherche	suite	suite
37:15 – 37:24	Collectif		Valentine dit aux élèves qu'ils referont ce problème	
37:24 - 43:38	Individuel	Recherche	suite	suite
43:38 - 48:29	Collectif	Synthèse	Valentine demande aux élèves s'ils ont des questions puis dit qu'ils referont ce problème	Une élève relève que la difficulté était de trouver le nombre (24 qui était donné dans le 1er problème et 60 qui n'était pas donné dans le 2ème problème)

Tableau 72 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon de recherche du cycle c dans la classe de Valentine

8.3.4.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=487)
TRACOL	en collectif	40
TRAGPE	en groupe	0
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	60

Tableau 73 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon de recherche du cycle c dans la classe de Valentine

Valentine alterne les moments de travail en individuel pour la recherche des problèmes « Promotion » et « Une autre promotion » et en collectif pour prescrire la tâche, donner des explications sur le terme « avantageux », organiser une mise en commun des procédures des élèves et une synthèse dans laquelle les élèves posent des questions sur les deux problèmes.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Valentine RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	76 0
PAR	Interventions des élèves	24
	Total	100 (N=487)

Tableau 74 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon de recherche du cycle c dans la classe de Valentine

Valentine intervient pendant 76% du temps de travail, dont 28% pour interroger un élève et n'a fait aucun rappel à l'ordre. Les élèves sont engagés dans l'activité et interviennent pendant 24% du temps de travail.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche prescrite par l'enseignante aux élèves

Valentine demande aux élèves de lire individuellement l'énoncé de « Promotion », puis intervient pour expliquer le terme « avantageux ». Elle leur demande de trouver le type d'emballages le moins cher pour acheter 24 ballons et précise qu'ils doivent faire des calculs.

> 09:18 - 12:30
> Valentine : [...] Qu'est-ce qu'on cherche ?[...]
> Valentine : Alors, on doit comparer ces différents emballages. On doit les comparer. Si on regarde, est-ce qu'il y a la même quantité de ballons dans chaque emballage ?
> Élèves : non.
> Valentine : alors, c'est difficile de les comparer puisqu'on n'a pas la même quantité de ballons. Est-ce que chaque emballage coûte le même prix ?
> Élèves : non.
> Valentine : (*à la classe*) non plus. Donc, il faut essayer de mettre, de faire en sorte que ce soit comparable. Alors, on pourrait par exemple se dire qu'on va acheter une quantité de ballons, par exemple, je ne sais pas vingt-quatre ballons. On va dire qu'on va acheter vingt-quatre ballons pour le centenaire. Ça ne suffira pas, mais disons, ça pourrait être intéressant, on va acheter vingt-quatre ballons. Et moi, je suis l'acheteur, je voudrais payer le moins cher

parce que je préfère laisser des sous dans mon porte-monnaie que de les donner au marchand. Alors, je vais essayer de faire des calculs pour voir quel est le paquet qui va me coûter le moins cher si je dois acheter vingt-quatre ballons, par exemple.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	22 (N=77)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	9 (N=13)
AIDP1 AIDC1	Aide collective ou aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 75 : Les aides de l'enseignante pour la leçon de recherche du cycle c dans la classe de Valentine

Valentine apporte des aides personnelles et collectives sans réduire ses exigences mathématiques car le fait de demander aux élèves le prix de 24 ballons était une aide prévue par le plan de leçon. Lors des moments de recherche individuelle, elle apporte des aides individuelle ou collective suite à une intervention d'un élève, par exemple ci-dessous.

9:18 - 10:18 (*Valentine circule dans les rangs*). (*à Damian*) Oui ? Dis voir. (*Valentine lit ce qu'il a écrit*) Hum hum. (*à la classe*) Alors, les enfants, j'aimerais juste qu'on s'arrête un tout petit moment. Est-ce qu'on peut voir ensemble pour être sûrs de chercher la même chose. Qu'est-ce qu'on cherche ? Lara ?

iv. Temps de recherche des solutions par les élèves

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	62 (N=354)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	1
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	2
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	19
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	15
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	25

Tableau 76 : Moment de recherche pour la leçon de recherche du cycle c dans la classe de Valentine

Les élèves sont en travail de recherche pendant 62% du temps. Valentine circule dans les rangs et prend des informations sur leur activité et sur leurs procédures. Dans l'extrait ci-dessous, elle calcule les différences entre le nombre de ballons et le prix dans les trois situations de proportionnalité pour justifier la procédure d'une élève Justine. Celle-ci a multiplié par dix le nombre de ballons et le prix pour chaque type d'emballages (et a entouré celui du milieu : $6\times10 = 60$ ballons et $4\times10 = 40\ frs$).

$12\times10 = 120$ ballons. $6\times10 = 60$ ballons $10\times40 = 40$ ballons

$10\times10 = 100\ frs$ $4\times10 = 40\ frs$ $3\times10 = 30\ frs$

14:18 - 15:05
Justine : par exemple là (*elle montre l'emballage à gauche*), s'il y a cent vingt ballons à cent francs, et là (*au milieu*), soixante ballons à quarante francs et là (*à droite*) quarante ballons à trente francs.
Valentine : hum hum.
Justine : pour moi, c'est celui-là (*du milieu*) le plus avantageux.
Valentine : pourquoi ? Ah, parce qu'il y a moins de différence entre soixante et quarante qu'entre cent vingt et cent ? Non, là, il y a vingt, là il y a vingt (*elle montre à gauche et au milieu*). Et là (*à droite*), il y a dix. Si tu regardes les différences, essaye de... (*à la classe*) essayer de partir de l'achat de vingt-quatre ballons, dites-vous qu'il faut acheter vingt-quatre ballons. [...]

Valentine demande à l'élève pourquoi celle-ci a trouvé que le type d'emballages du milieu était le plus avantageux, mais répond elle-même à la question en utilisant un raisonnement mathématique incorrect et qui de plus ne justifie pas la réponse de l'élève. Face à cette situation, elle propose à la classe de comparer les prix pour l'achat de vingt-quatre ballons en se conformant au plan de leçon. Cet extrait illustre que Valentine n'a pas identifié comment agir sur les nombres en jeu dans une situation de proportionnalité dans un rapport interne (de manière additive ou multiplicative) ou dans un rapport externe (de manière multiplicative). De même, elle a proposé des couples de nombres (nombre de ballons et prix) et a utilisé le terme d'« écart » qui signifie pour elle facteur de proportionnalité.

SC24 - 38:23 - 38:56 Valentine : Bon, ce que je trouve raisonnable (?). Douze et six et quatre et deux, moi, pour les moitiés (?) quatre et deux dans le sens où il y a chaque fois deux d'écart entre les deux.
[...]
Alors, il faut aussi changer ailleurs parce que là, ils vont se dire, il y a deux d'écart, deux d'écart et là, il n'y a qu'un d'écart, donc c'est celui-là.

Dans l'extrait de leçon précédent, Valentine emploie le terme de différence qui correspond au calcul de différences entre nombre de ballons et prix, mais pendant la séance de préparation, elle emploie le terme d'écart qui correspond au facteur de proportionnalité, autrement dit au rapport entre le nombre de ballons et le prix. Nous en déduisons qu'elle n'utilise pas les termes mathématiques corrects liés à une situation de proportionnalité et de plus, qu'elle utilise un raisonnement incorrect dans des situations de proportionnalité en cherchant des relations additives entre nombre de ballons et prix.

v. Mise en commun-synthèse-institutionnalisation

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	11 (N=47)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	8
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	3 <1%
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	0

Tableau 77 : Mise en commun pour la leçon de recherche cycle c dans la classe de Valentine

Au début de la leçon, Valentine a proposé une mise en contexte de l'activité dans le contexte réel de l'école (3:01 - 4:32 « Alors vous allez être devant un problème de ballons. Tout le monde a déjà vu ce genre de choses. Un paquet de ballons. En général, on les achète pour les anniversaires. Et puis, vous savez qu'on va fêter bientôt les cent ans de M., on va devoir acheter beaucoup de ballons pour cet anniversaire. Donc, on est intéressé de voir, suite à ce problème, voir les conseils que vous allez pouvoir nous donner »). Puis, elle organise une synthèse placée dans le contexte réel de l'école, pour conclure la mise en contexte du début de leçon (43:58 - 45:12 « je crois que vous êtes de bon conseil parce que les maîtresses et les maîtres, on va pouvoir acheter le bon type d'emballages, parce que je crois que vous avez tous trouvé quel était... enfin en tout cas, la plupart, le plus avantageux. [...] Il y a des questions ? Vous aimeriez poser des questions par rapport à ce problème ? Il y a une chose qui vous interpelle encore ou bien ? »). Valentine propose une synthèse qui ne porte pas sur des connaissances mathématiques et demande aux élèves s'ils ont des questions. Une élève, Solange, relève alors « j'ai trouvé juste un peu compliqué pour trouver le nombre qu'on devait mettre pour faire le calcul », c'est-à-dire le nombre de ballons qui permettait de comparer les types d'emballages.

Dans le deuxième problème « Une autre promotion » (voir Figure 38), les élèves doivent trouver un nombre de ballons qui permette de comparer les trois types d'emballages (c'est-à-dire un multiple commun de 10, 15 et 20) contrairement à « Promotion », pour lequel un multiple commun (24) a été donné par l'enseignante.

> 46:44 - 48:05
> Valentine : par un nombre. Tu peux nous dire quel nombre tu as pris ?
> Lola : trente. [...]
> Lola : et puis après, j'avais remarqué que ça marchait pas parce qu'il y avait vingt.
> Valentine : pourquoi ça marchait pas avec vingt, trente ?
> Lola : et bien parce qu'il n'y a pas de calcul qui fait aller à trente avec vingt.
> Paolo: bah oui.
> Lola : non, tu peux pas faire vingt plus vingt. [...]

Lola : bah, tu dois choisir un seul paquet. Tu as le droit de choisir [sonnerie] pas les trois. Tu ne peux pas faire un paquet plus deux paquets de l'autre côté. Tu peux prendre qu'un paquet. Et puis alors moi, j'ai pris soixante et puis ça jouait. Enfin, je sais pas...
Valentine : d'accord, tu as pris soixante quoi ?
Lola : bah...
Valentine : tu t'es dit que tu allais acheter ?
Lola : soixante ballons.
Valentine : soixante ballons. D'accord. [...]

Lola donne un début d'explication, 30 n'est pas un multiple de 20, mais Valentine ne complète pas la justification mathématique sur les multiples et revient à des aspects contextuels (nombre de ballons), puis dit qu'ils reprendront ce que l'un des élèves (Paolo) a dit, mais plus tard.

Valentine effectue une synthèse qui reste au niveau du contexte réel (anniversaire de l'école) sans reprendre d'aspect mathématique bien que des élèves aient pointé l'enjeu mathématique des deux problèmes avec la recherche d'un multiple commun et la difficulté de les identifier.

8.3.5 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

8.3.5.1 Modifications lors du processus de dévolution

Valentine situe le problème dans le contexte réel de l'école, ce qui est une modification lors du processus de dévolution. Elle l'anticipe lors de la séance 24 et questionne ainsi les facilitateurs pour savoir si elle peut se donner la liberté de situer le problème dans le contexte de l'anniversaire du centenaire de l'école lors d'échanges informels (SC25a).

SC24 – 22:12 - 22:33 Valentine : [...] si on parle d'un anniversaire, de ballons, enfin de faire une petite mise en contexte.
SC25a - 1:53 – 2:27
Valentine : [...] Et puis je voulais savoir si je pouvais les mettre en situation avec des ballons. [...]
Valentine : Non les mettre en situation c'est-à-dire leur donner du sens... c'est-à-dire que tu vois M. on va fêter le centenaire de M. [son école] donc on va leur acheter des ballons. [...]
Stéphane : Nous, on ne veut rien du tout [...]
SC25b - 1:45:10 - 1:45:41
Valentine : [...] je voudrais mettre en situation avec [...] anniversaire, est-ce que je mets en situation ? Et là, il me dit « tu fais comme tu veux ». [...] est-ce que ça va servir ? (*inaudible*) servir de rentrer dans la tâche ? Une mise en situation ou pas ? Alors... Moi, il me semble que oui parce que je fais souvent ça.

Le questionnement de Valentine porte sur les libertés qu'elle peut prendre par rapport au plan de leçon afin de se rapprocher de ses pratiques ordinaires. Ainsi, situer une activité dans le contexte réel permet de donner du sens aux activités.

La tâche prescrite indique « À ce stade, il n'y a pas d'aide apportée, sauf sur le mot avantageux... » Après la lecture individuelle de l'énoncé, une élève dit ne pas avoir compris ce qu'il fallait faire. L'enseignante lui propose alors de relire la consigne et de regarder le dessin, puis demande à la classe s'il y a un mot de la consigne qu'ils ne comprennent pas.

> 5:18 - 7:46
> Marie-Annick: je n'ai pas trop compris ce qu'il fallait faire.
> Valentine : (*à Marie-Annick*) essaye de chercher encore un petit moment. Relis bien la consigne. Regarde bien le dessin. (*à Malek*) Regarde bien ce qu'on te demande. Relis encore une fois. (*silence*). (*Valentine circule dans les rangs, les élèves travaillent individuellement*). N'effacez rien si vous faites des choses, laissez-les..., ce que vous écrivez, vos recherches, n'effacez rien, vous avez de la place. Si jamais, il y a encore derrière. Est-ce qu'il y a un mot dans la consigne, dans la donnée du problème que vous ne comprenez pas ? Dans la donnée du problème, il y a un mot que vous ne comprenez pas. [...]

Valentine modifie la tâche prescrite car elle demande aux élèves s'ils n'ont pas compris un terme de la consigne, alors que le plan de leçon indiquait d'apporter directement une aide sur le terme *avantageux*.

> SC25b - 58:52 - 58:43
> Anaïs : Donc, ça a quand même de l'importance ce mot avantageux.
> Valentine : Moi, tu vois quand j'ai demandé est-ce qu'il y a un mot dans la consigne que vous ne comprenez pas ? Le premier mot qui sort, c'est avantageux, comme ce serait dans toutes les classes, c'est le seul.

Valentine réalise ces deux modifications de la tâche prescrite du processus de dévolution pour se rapprocher de ses pratiques ordinaires, dans lesquelles elle effectue des mises en contexte des activités et demande aux élèves s'ils n'ont pas compris les termes de la consigne.

8.3.5.2 Modifications lors des moments de recherche

Pendant la première leçon de recherche de ce cycle, les élèves avaient pris les nombres de l'énoncé qu'ils additionnaient, soustrayaient, multipliaient ou divisaient de manière aléatoire pour résoudre les problèmes. Le GLS a donc précisé pour cette deuxième leçon qu'il ne fallait pas demander aux élèves d'effectuer de calculs (SC24 – 1:02:39 – 1:03:00 Stéphane : « peut-être éviter ce qu'on a remarqué chez Vanessa [l'enseignante qui a enseigné la 1ère leçon de ce cycle] le trop de « attention, ça va être difficile », « il faut faire des calculs »). Or, Valentine demande à deux reprises aux élèves de faire des calculs lors de la prescription de la tâche.

> 11:34 - 12:30 Valentine : Alors, je vais essayer de faire des calculs pour voir quel est le paquet qui va me coûter le moins cher si je dois acheter vingt-quatre ballons, par exemple.
> 13 :15-14 :07 [...] (*à la classe*) En dessous de la donnée, c'est marqué « justifie ta réponse ». Alors, n'hésitez pas à justifier avec des phrases, avec des calculs, en montrant la preuve que c'est ce paquet-là qui est le plus avantageux.

Elle demande aux élèves de justifier leurs réponses conformément à l’énoncé du problème et précise avec des phrases et des calculs à deux reprises. Cette précision est ainsi une modification de la tâche prescrite.

8.3.5.3 Modifications lors des mises en commun des procédures des élèves

Le plan de leçon indique de demander aux élèves en collectif quel est le paquet le moins cher pour l’achat de 36 ballons. Valentine a effectué une mise en commun avec 12 ballons suite à une proposition d’élève et conclut que le type d’emballages du milieu est le moins cher pour l’achat de 12 ballons. Elle demande ensuite pour l’achat de 24 ballons quel est le type d’emballages le moins cher. Cette modification du plan de leçon simplifie la tâche demandée aux élèves car avec les solutions écrites au tableau pour l’achat de 12 ballons, il leur suffit de calculer les doubles des prix pour l’achat de 24 ballons. Cette procédure a été effectivement mise en œuvre par des élèves (SC25b - 1:12:56 - 1:13:13 Anne : « maintenant vous cherchez tous pour vingt-quatre et là, il y en a un ou deux, en tout cas j'ai vu, qui ont fait le double de toutes, ils ont compris qu'il fallait prendre la réponse qu'il y avait au tableau »). Or, le choix du GLS était de demander quel est le type d’emballages le moins cher pour l’achat de 24 puis de 36 ballons, afin d’éviter de ramener le problème à un exercice calculatoire sans représentation du problème. Valentine apporte cette modification qu’elle avait anticipée (SC25a) : elle choisit d’envoyer au tableau un élève pour présenter sa procédure avec le nombre 12. Elle avait aussi envisagé d’autres choix pendant les séances : comparer les trois types d’emballages pour l’achat de 36 ballons comme suggéré par le GLS (SC24 - 1:20:38 - 1:21:00 [...] « Je pose la question pour trente-six notamment »), mais aussi proposer aux élèves l’activité originale sans modification « En promotion » en Annexe 33 (SC24 - 1:20:38 - 1:21:00 [...] « Mais, est-ce que je peux le mettre sur par exemple « En promotion » dans le livre ? »).

Valentine apporte des modifications à la tâche prescrite lors des mises en commun en prenant en compte l’activité des élèves en classe, ce qui a eu pour effet la simplification de la tâche demandée aux élèves.

8.3.5.4 Modifications lors de la synthèse

À la fin de la leçon, Valentine a laissé la parole aux élèves pour poser des questions concernant les deux problèmes. Elle apporte ainsi une modification car elle organise ce moment collectif non prévu par le GLS. Une élève mentionne alors la difficulté de trouver « le nombre » pour calculer, autrement dit un multiple commun des nombres de ballons contenus dans chaque type d’emballages (SC25b - 1:08:47 - 1:09:14 Stéphane : « il y a un moment extraordinaire c'est le moment à la fin où tu ne voulais pas faire une mise en commun et ils [les élèves] te l'ont imposée. Ils t'ont obligée à faire la mise en commun et avec des remarques d'une pertinence... »). Pendant ce moment collectif (46:38 - 48:05), Valentine demande aux élèves quel nombre ils ont choisi pour résoudre « Une autre promotion », puis pourquoi il n’est pas possible de choisir le nombre 30 (le plus petit multiple commun de 10, 15 et 20 est 60). Mais la suite de ses interventions ne se placent plus dans un contexte mathématique, mais uniquement dans le contexte du problème : elle ne reprend pas par exemple l’intervention de Lola « il n’y a pas de calcul qui fait aller à trente avec vingt ».

Valentine a organisé un moment collectif en fin de leçon et le conclut sans dégager les enjeux mathématiques des deux problèmes.

8.3.5.5 Modifications par rapport aux aides

Ce cycle *c* avait pour objectif de travailler la représentation de problème et les aides à apporter aux élèves pour cette représentation. Dans le plan de leçon, il était prévu de proposer du matériel (sachets et jetons) « en individuel pour les élèves qui ont encore des difficultés ou plus vite si nécessaire ». Valentine n’a pas proposé cette aide aux élèves. Or d’après les productions des élèves, plusieurs élèves (Léandre, Lazare, Manon) n’ont pas trouvé la réponse correcte ou n’ont pas trouvé de réponse au problème. D’ailleurs elle relève qu’elle n’a pas apporté cette aide à deux élèves, Lara et Lazare (SC25b - 16:47 - 18:08 « je ne sais pas si je faisais juste, j'avais oublié de diviser les sachets, les enfants comme... Lara et Lazare ça aurait été pas mal mais je ne suis pas allée [...] assez tôt »). Puis, elle rajoute qu’un autre élève n’a pas réussi non plus la tâche (SC25b - 43:20 - 43:24).

Elle a aussi questionné à plusieurs reprises le choix de donner le nombre 24 par rapport au nombre 12 comme aide aux élèves pour comparer les types d’emballages.

> SC25a – 0:44 – 1:03
> Valentine : Et puis pourquoi ? Ma question c'est pourquoi on propose vingt-quatre ballons et non pas douze ? Pour ne pas prendre un des nombres notés. Parce que le douze évidemment il est facile.
> Stéphane : Si le douze vient...
> Anne : Si les élèves proposent douze, tu gardes douze.
>
> SC25b - 16:47 - 18:08
> Valentine : Après vingt-quatre ballons, ça ne les a pas... je ne sais pas, je ne me rends pas bien compte de l'impact du vingt-quatre ballons. Qu'est-ce qu'on cherche ? [...] Parce que les enfants qui partaient sur douze je trouvais plus intéressant [...]

Valentine a apporté cette aide collective (24 ballons) très rapidement pendant la leçon, ainsi les élèves n'ont eu que 2 minutes 38 de travail individuel avant d'avoir cette aide. Elle l'explique ainsi : elle ne souhaitait pas les laisser trop longtemps en attente « Oui... mais ils seraient trop la main levée à demander » (SC25b - 1:03:05 - 1:03:11). Elle questionne le moment où elle a apporté cette aide (SC25b - 1:04:33 - 1:04:37 « Il est arrivé trop tôt ? ») et si proposer 12 à la place de 24 n'était pas plus pertinent. Elle a ainsi choisi de proposer 12 et 24 à la place de 24 et 36.

8.3.6 Analyse de la représentation

Dans sa représentation de la tâche prescrite, il faut comparer les prix des trois types d'emballages pour l'achat de 12 ballons puis recommencer pour l'achat de 24 ballons pour identifier le plus avantageux. Cette représentation a eu pour conséquence : d'une part, de ramener le problème à une tâche calculatoire directe sans représentation du problème. Or, il fallait comparer pour l'achat de 24 puis de 36 ballons, pour éviter cela. Cette procédure calculatoire a été effectivement observée (SC25b - 1:12:56 - 1:13:13). D'autre part, demander aux élèves le type d'emballages le plus avantageux en proposant d'acheter deux nombres différents de ballons va à l'encontre de l'idée de situation de proportionnalité : si un type d'emballages est le moins cher, il l'est, quel que soit le nombre de ballons que l'on va acheter. Dans son analyse mathématique de l'activité, Valentine n'a pas identifié que les nombres qui permettent de comparer les trois types d'emballages correspondent aux multiples communs des trois nombres de ballons (ou des trois prix). Lorsqu'elle commente l'activité des élèves pendant la leçon et le fait que certains soient parvenus à trouver le plus petit multiple commun (60) dans le deuxième problème (« Une autre promotion »), elle n'emploie pas les termes de multiples, multiples communs ou plus petit multiple commun.

> SC 25b - 30:44 - 31:39
> Valentine : Moi, je suis vraiment très impressionnée pour le prolongement qu'ils aient compris qu'il fallait un nombre de ballons communs, enfin qu'il fallait un nombre de ballons pour pouvoir comparer, enfin qu'il fallait acheter un nombre de ballons [...] mais que ce nombre-là lui a été suggéré (*inaudible*) vingt-quatre, qu'ils arrivent à trouver soixante. [...] qu'ils aillent en tâtonnement jusqu'à trouver soixante... c'est clair pour eux qu'il fallait un nombre qu'on puisse manipuler... qui puisse être atteint de la bonne manière partout [...] quinze plus quinze, dix plus dix plus dix et puis vingt plus dix c'est ce qu'a dit Paolo à la fin tu vois [...] C'est assez impressionnant.

Or, Valentine dit que ses élèves connaissaient le terme de multiple et donc elle aussi (SC25b - 1:11:46 - 1:11:46). Le facilitateur analyse les interventions des élèves lors de ce même moment de fin de leçon : les élèves ont identifié qu'il fallait trouver un multiple commun pour pouvoir résoudre le deuxième problème. Puis, il questionne Valentine sur cette notion de multiple commun. Elle ne l'identifie pas non plus à ce moment en répondant que les élèves ont parlé « des nombres ».

> SC25b - 1:16:12 - 1:16:51
> Stéphane : [...] il leur a parlé tout de suite ce vingt-quatre parce qu'ils étaient déjà en train de chercher ça (*inaudible*) de ce type-là. Et l'autre indication, c'est le fait qu'ensuite il y en a beaucoup qui ont trouvé directement le soixante pour le problème pour la petite feuille. C'est-à-dire que clairement la chose importante, qui est le multiple commun de tout ça ils l'ont. Et d'ailleurs dans la mise en commun où ils ont synthétisé ils ont parlé de quoi ?
> Valentine : Que de ça ouais, des nombres.
> Stéphane : Ils ont pris un multiple commun, l'important c'est le multiple commun. Si on reformule ce qu'ils ont dit dans la mise en commun à la fin, ils ont dit : « l'important c'est le multiple commun ».

La facilitatrice avait déjà relevé que le savoir mathématique en jeu était la recherche du plus petit multiple commun et Valentine avait alors acquiescé (SC22 - 54:39 - 54:56). Dans ses interventions, elle utilise les termes de dénominateur commun à la place de multiple commun (SC25b - 18:16 – 19:29 ; 42:50 - 43:06). Nous voyons à travers ces différents extraits que cette imprécision ne semble pas être qu'une imprécision langagière mais semble traduire davantage une compréhension incomplète des savoirs en jeu dans l'activité.

Valentine commente le choix du GLS concernant le fait de travailler la représentation de problème avec un problème qui utilise la proportionnalité (SC26 - 18:14 - 18:27 « travailler la représentation alors que la proportionnalité est tellement abstraite. Je trouve que ça biaise, me semble-t-il »).

Dans sa représentation de la tâche, Valentine ne maîtrise que partiellement les connaissances mathématiques liées aux situations de proportionnalité et elle n'a pas identifié qu'il fallait rechercher le ppmc ou un multiple commun. Par ailleurs, elle propose comme aide de comparer les trois types d'emballages pour l'achat de 12 puis 24 ballons.

8.3.7 Analyse de la redéfinition

Valentine redéfinit une tâche par anticipation par rapport à la mise en contexte, par rapport à la mise en commun et aux aides en proposant les nombres 12 et 24. Elle avait anticipé de proposer 12 (SC25a) et a gardé 24 certainement pour rester conforme au plan de leçon.

Pendant la leçon, elle redéfinit une tâche en modifiant la tâche prescrite notamment lors du processus de dévolution lorsqu'elle demande aux élèves s'ils n'ont pas compris des termes de la consigne. Dans sa redéfinition, elle organise un moment collectif à la fin de la leçon qui a pour objectif de laisser la parole aux élèves.

La redéfinition de la tâche se fait par anticipation à partir de sa représentation de la tâche prescrite et de ses caractéristiques personnelles pour se rapprocher de ses pratiques ordinaires.

8.3.8 Synthèse sur le processus de modifications

Valentine apporte des modifications à la tâche prescrite au niveau de la représentation et de la redéfinition par anticipation. Elle avait anticipé de modifier l'aide suggérée dans le plan de leçon. La prise en compte de l'activité des élèves en classe n'est ainsi pas une source du processus de modifications. Par ailleurs, elle modifie la tâche prescrite par rapport au processus de dévolution et à la synthèse de fin de leçon afin de se rapprocher de ses pratiques ordinaires. Ainsi, certaines modifications ont été anticipées et d'autres non, mais toutes ont pour objectif qu'elle se rapproche de ses pratiques ordinaires.

Le processus de modification de la tâche prescrite a comme source l'analyse mathématique de l'activité par Valentine et cette source intervient au niveau de la représentation de la tâche prescrite.

8.4 Leçon après le dispositif LS

8.4.1 Éléments de contexte

La leçon a lieu en fin d'année scolaire (2015/2016) dans une classe de 5H. Le début de la leçon (six premières minutes) est consacré à une mise en commun d'une activité (« Buffet de la gare », voir Annexe 50) dans laquelle trois élèves explicitent leurs procédures au tableau pour effectuer le calcul 3,50+3,70+3,80. Nous avons choisi de ne pas analyser ni coder ce début de leçon car nous n'avons pas assisté au début de l'activité mathématique. Pour la suite de la leçon, Valentine a choisi d'enseigner l'activité de numération « Les 9 boules de cristal ». Cette activité consiste à chercher tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à deux tiges en utilisant neuf boules au maximum (Figure 39).

Les 9 boules de cristal

Cherche tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à 2 tiges en utilisant 9 boules au maximum.

Figure 39 : Énoncé « Les 9 boules de cristal » (Danalet et al., 1998a, p. 45)

Cette activité fait partie de la progression que Valentine suit et elle a l'habitude de l'enseigner. Pour comprendre le contexte de la leçon et pour pouvoir analyser ses pratiques, il nous paraît important d'exposer le contenu des échanges informels que nous avons eu à la fin de la leçon. Ces échanges informels ont eu lieu en présence de l'une de ses stagiaires et ont été enregistrés partiellement avec en plus une prise de notes du contenu. Valentine a d'abord livré ses impressions sur la leçon de manière spontanée et en particulier sur les procédures mises en œuvre par les élèves. Elle a ensuite qualifié de « problème pour chercher » l'activité « Les 9 boules de cristal » mais aussi d'activité « obscure » car « la consigne n'est pas claire » (elle le dit également pendant la leçon 45:32-45:53). Elle a choisi cette activité pour travailler la « position des nombres », ce qui correspond, selon nous, à l'aspect positionnel du système de numération. Les élèves de sa classe découvrent cette activité pour la première fois pendant cette leçon. Elle dit regretter de n'avoir pas vu plus tôt pendant la leçon la procédure de deux élèves (Henry et Kaell) et de ne pas leur avoir donné la parole plus tôt pendant la mise en commun car ils ont mis en œuvre une autre méthode de résolution que celles présentées. Ces deux élèves ont cherché les nombres qu'ils pouvaient former avec exactement neuf boules et pour Valentine, il s'agit bien de la solution correcte. Pendant l'entretien informel, elle commente alors la production de Kaell « Kaell, c'est celui qui a la fin disait qu'il n'avait pas compris la consigne, enfin qu'ils avaient fait faux. Mais, moi, tout d'un coup, c'était exactement comme moi. Enfin, exactement comme moi, je pensais finalement finaliser la réponse mais je suis... » Pendant la leçon, Valentine n'a pas eu le temps de terminer la mise en commun et en particulier l'explicitation de la procédure de ces deux élèves. Sa stagiaire rétorque alors que dans l'activité « Les 9 boules de cristal », il faut représenter des nombres avec neuf boules au maximum et non avec neuf boules exactement. Valentine montre alors sa correction de l'activité sur sa fiche de préparation (voir Annexe 48). Elle y a inscrit les nombres que l'on peut représenter avec neuf boules exactement sur la partie gauche de la fiche et ceux que l'on peut représenter successivement avec une boule, puis avec deux boules... jusque huit boules sur la partie droite. Nous lui demandons pourquoi elle a écrit les nombres que l'on peut représenter avec une boule, puis avec deux boules... jusque neuf boules si la solution correcte selon elle est d'utiliser neuf boules exactement ? Elle répond alors que la solution est quand même d'utiliser neuf boules exactement sans autre argument. Lors de sa préparation de la leçon, elle a réalisé une correction de l'activité et a écrit la solution qu'elle pense correcte, puis a cherché d'autres solutions qui pourraient correspondre au problème mais qui ne sont pas correctes selon son interprétation de la consigne. Pendant ces échanges informels, ses questions ont porté sur plusieurs éléments de l'activité « Les 9 boules de cristal » et sur sa gestion en classe :

- la solution correcte de l'activité : que signifie représenter des nombres sur un boulier avec au maximum neuf boules ? Cela ne signifie-t-il ni plus ni moins de neuf boules ?
- l'utilisation du boulier par les élèves : doivent-ils nécessairement mettre les deux tiges dans les emplacements les plus à droite du boulier ?

Pendant ces échanges informels, nous avons cherché à comprendre ses interrogations pour pouvoir analyser ses pratiques et ceci sans prendre une posture de formatrice. Face à ces interrogations, nous lui avons alors fait part d'un article (Batteau, 2015) sur une analyse *a priori* de cette activité dans laquelle la solution et des variantes possibles sont détaillées.

8.4.2 Analyse de la tâche prescrite

Anaïs a enseigné cette même activité lors de la leçon avant LS. L'analyse des connaissances mathématiques et des gestes professionnels explicités dans la tâche prescrite ainsi que ceux implicites a déjà été rédigée en 6.1.2.1 et 6.1.2.2.

8.4.3 Étude de la réalisation de la tâche

8.4.3.1 Déroulement et activités proposées

Temps	Dispositif social	Nature du travail : type et forme	Interventions de l'enseignante	Activités mathématiques proposées aux élèves par l'enseignante
0:00:00-6:21	collectif	Non codé Non analysé	Activité « Buffet de la gare » (voir Annexe 50) Valentine demande aux élèves s'ils ont la même procédure que Jonathan (addition en colonne 3,5+3,7+3,8), Boris (additions séparées des parties entières et décimales) ou Karine (comme Boris avec en plus des regroupements de termes pour faciliter les calculs)	Les élèves effectuent au tableau l'addition 3,5+3,7+3,8 et explicitent leurs procédures
6:21-8:17	collectif	Prescription : - situer l'activité dans la progression - enrôlement des élèves dans l'activité	Activité « Les 9 boules de cristal » Valentine situe l'activité dans le « plan de travail » des élèves (c'est-à-dire dans la progression en mathématiques) L'enseignante demande à quoi fait référence le titre de l'activité ?	Les élèves cherchent le titre de l'activité dans leur « plan de travail » dans le chapitre « décomposer un nombre en unité, dizaine, centaine » Les élèves répondent à l'enseignante que le titre fait référence à un album de Tintin
8:17-11:04	collectif	Prescription de la tâche	L'enseignante demande aux élèves de lire la consigne puis s'il y a des mots qu'ils n'ont pas compris	Lecture individuelle de la consigne Les élèves essayent de comprendre la consigne par groupe de deux

11:04-19:24	groupe de deux élèves	Matériel Recherche	L'enseignante ne répond pas aux questions de compréhension de la consigne Elle demande aux élèves de comprendre par eux-mêmes ou de chercher en groupe Elle circule dans les groupes, demande aux élèves ce qu'il faut chercher, vérifie que les deux tiges ont été correctement positionnées sur le boulier (à 4 emplacements), et que les élèves connaissent la correspondance entre les tiges ou emplacements vides et unités, dizaines, centaines et milliers	Les élèves prennent le matériel, s'expliquent entre eux la consigne et commencent l'activité
19:24-34:27	collectif	Mise en commun Tous les élèves se déplacent autour de chaque table d'élèves	Valentine questionne les élèves sur leur ressenti, sur leurs difficultés par rapport à cette activité Elle demande en quoi le matériel (boulier) les a aidés Elle demande à des groupes d'élèves d'expliquer leur procédure À la fin de chaque explicitation de procédure, elle résume la procédure présentée, la compare aux précédentes, demande aux autres élèves s'ils ont suivi la même procédure	Plusieurs groupes d'élèves présentent leur procédure - Sylvain-Apolinaire - Jonathan-Marco - Noémie-Hélène - Camil-Boris
34:27-42:53	collectif	Mise en commun au tableau	Valentine demande aux élèves d'expliquer leur procédure À partir des solutions écrites au tableau, elle interroge la classe sur le nombre de boules à utiliser pour quelques nombres (21, 24, 60, 90) Elle demande le nombre de nombres solutions	Des élèves présentent leur solution et explicitent leur procédure au tableau, en particulier : - Sylvain (34:27-39:52) - Jonathan (39:52-42:53)
42:53-43:38	groupe de deux élèves	recherche	L'enseignante demande aux élèves combien de nombres solutions ont-ils trouvé ?	Les élèves continuent leur recherche, cherchent le nombre de nombres solutions
43:38-46:37	collectif	mise en commun	L'enseignante demande à deux élèves (Henry et Kaell) d'expliciter leur procédure rapidement puis leur dit qu'ils la réexpliqueront lors de la prochaine séance Elle conclut que la consigne n'est pas claire et que la procédure de ces deux élèves n'est pas loin de l'interprétation juste de la consigne Rangement Fin de la leçon	Deux élèves (Henry et Kaell) explicitent leur procédure Marco dit à l'enseignante qu'il a trouvé 55 nombres solutions

Tableau 78 : Descriptif du déroulement effectif de la leçon

8.4.3.2 Analyse didactique *a posteriori* de la leçon

i. Formes globales de travail

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
TRA	Forme sociale du travail des élèves	100 (N=368)
TRACOL	en collectif	77
TRAGPE	en groupe	23
TRAATEL	en atelier	0
TRAIND	en individuel	0

Tableau 79 : Formes sociales du travail des élèves pour la leçon après LS dans la classe de Valentine

Le temps de travail est partagé en 77% de travail collectif pour la prescription de l'activité « Les 9 boules de cristal » et la mise en commun des procédures, et en 23% de travail en groupe correspondant au temps de recherche des élèves.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
Valentine RAP	Interventions de l'enseignante dont rappels à l'ordre	71 1
PAR	Interventions des élèves	27
	Autre (installation des élèves, rangement du matériel...)	2
	Total	100 (N=368)

Tableau 80 : Interventions enseignant-élèves pour la leçon après LS dans la classe de Valentine

Valentine intervient 71% du temps de travail dont peu de rappels à l'ordre (1% soit 4 interventions pour demander l'attention des élèves). Dans les interactions avec les élèves, elle prend en compte leur activité (ce qu'ils font, ce qu'ils disent) en reformulant, en résumant leurs propos ou en amenant des transitions dans le but de comparer les procédures présentées (25:28-25:54 « alors on a compris que là, il y a une recherche qui se fait différemment. [...] », 27:28-27:31 « d'accord, c'est très intéressant. On va essayer de voir chez les rouges s'il y a quelque chose de nouveau ou de différent », 28:28-28:42 « ok, par convention, on se dit qu'on met de toute façon les unités à droite. [...] », 29:30-29:55 « [...] Elles ont utilisé toutes les boules d'abord. Les neuf boules d'abord. Qui a commencé comme Hélène et Noémie ? [...] »).

Pendant le travail en collectif, Valentine varie les dispositifs de travail : les élèves se déplacent autour de chaque groupe de tables et quatre groupes d'élèves présentent leur procédure en manipulant le boulier (19:24-34:27), puis des élèves viennent présenter leur procédure au tableau (34:27-42:53). Ces alternances de dispositif de travail rendent la séance dynamique et permettent aux élèves d'expliciter leurs procédures en s'appuyant sur leurs notes écrites sur les cahiers et en manipulant les bouliers. Le climat de travail est serein, il y a très peu de rappels à l'ordre, les élèves sont engagés dans l'activité mathématique dès le début de la séance.

ii. Analyse du processus de dévolution

Tâche attendue de l'enseignante

Valentine attend de ses élèves qu'ils organisent leur démarche pour trouver tous les nombres qu'ils peuvent représenter avec neuf boules exactement. La tâche qu'elle attend est plus simple que celle de l'activité « Les 9 boules de cristal » car il n'y a que dix nombres solutions (9-18-27-36-45-54-63-72-81-90) au lieu des cinquante-cinq nombres solutions (voir 6.1.2). Il y a une contradiction entre la tâche qu'elle attend de ses élèves et ses interventions pendant la leçon dans le sens où elle insiste à plusieurs reprises sur le fait qu'ils doivent organiser leur démarche pour pouvoir trouver tous les nombres, ce qui est effectivement nécessaire pour en trouver cinquante-cinq mais ce qui l'est beaucoup moins pour en trouver dix.

Tâches prescrites par l'enseignante

Les élèves sont en autonomie pour le moment de prescription de la tâche : ils ont à leur charge de lire la consigne, de l'interpréter, de prendre l'initiative de prendre un boulier (à disposition dans le fond de la salle de classe) et de commencer l'activité par groupe de deux. Valentine lit les premiers mots de la consigne en demandant à un élève s'il a compris les mots « cherche », « tous », « les », celui-ci répond alors qu'il comprend les mots mais pas le sens de la consigne. Mais elle n'intervient pas laissant les élèves s'expliquer la consigne par groupe de deux. Puis, au bout de 23 minutes, elle explique et lit la consigne en collectif : elle insiste à cinq reprises sur le fait qu'il faut trouver « tous les nombres » en insistant sur « tous » et demande explicitement aux élèves de trouver tous les nombres qu'ils peuvent former avec neuf boules au maximum à trois reprises (23:32 - 23:35, 33:07 - 34:07, 41:06 - 41:35).

La tâche attendue par Valentine aux élèves est différente de la tâche qu'elle leur prescrit. En effet, la tâche prescrite correspond à la consigne de l'activité, alors que la tâche qu'elle attend des élèves correspond à une interprétation erronée de la consigne (« au maximum 9 boules » interprétées comme « exactement 9 boules »). Cette interprétation erronée correspond à une simplification de l'activité car pour trouver les dix nombres que l'on peut former avec neuf boules exactement, une organisation de la recherche des élèves n'est plus nécessaire et la tâche est nettement simplifiée.

iii. Aides apportées par l'enseignante

Valentine apporte peu d'aides pendant la leçon. Dès la prescription de la tâche, les élèves sont laissés en autonomie pour lire la consigne, pour commencer l'activité et prendre du matériel s'ils le jugent nécessaire. Elle explique certains termes de la consigne qui ont posé difficulté et a mis le matériel à disposition des élèves. Une « maîtresse d'appui » est présente pour aider les élèves en difficultés mais Valentine lui demande de ne pas aider les élèves au début de la leçon (14:08-14:47 Valentine : (*chuchote à la maîtresse d'appui*) « effectivement pour l'instant. Pour l'instant, il n'y a pas besoin de les aider »). Elle refuse d'apporter des aides ou des éléments d'explication de la consigne pendant la prescription de la tâche et le début de la recherche : les élèves doivent s'expliquer entre eux la consigne.

> 12:00 - 12:2 Valentine : je ne réponds pas, tu regardes, travaille avec ton voisin.
> 12:52-13:01 élève : Madame, sur les deux tiges, je peux à chaque fois mettre...
> Valentine : (*à l'élève*) je ne réponds pas, essaye de comprendre et discute avec Marcella.

Pendant le moment de recherche (11:04-19:24), elle vérifie que les élèves ont placé correctement les deux tiges dans les deux emplacements les plus à droite du boulier et qu'ils connaissent la correspondance entre millier, centaine, dizaine, unité avec chaque tige (ou emplacement vide) du boulier. Les aides individuelles qu'elle apporte concernent l'emplacement des tiges du boulier et la correspondance avec millier, centaine, dizaine, unité et une seule aide pour un élève concerne la compréhension de la consigne (15:53- 16:00 « alors ? Tu dis que t'as compris ce que tu devais faire. Donc, qu'est-ce qu'il faut chercher ? »). Le tableau ci-dessous atteste qu'elle n'a pas apporté d'aide collective et peu d'aide individuelle.

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
AIDP0	Aide personnelle sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	6 (N=20)
AIDC0	Aide collective sans réduction des exigences mathématiques par l'enseignante	0
AIDP1 AIDC1	Aide collective ou aide personnelle avec réduction des exigences mathématiques	0

Tableau 81 : Les aides de l'enseignante pour la leçon après LS dans la classe de Valentine

Pendant cette leçon, Valentine aide très peu les élèves, n'explique pas la consigne, ne reformule pas, ni ne demande aux élèves de reformuler la consigne pendant la prescription de la tâche et le début de la recherche. Les aides qu'elle apporte concernent le positionnement des deux tiges dans les emplacements du boulier et la correspondance des tiges (ou emplacement vide) avec millier, centaine, dizaine et unité. Le reste de la leçon se déroule en collectif et elle n'apporte pas d'aides collectives pendant les moments collectifs.

iv. Temps de recherche des solutions par les élèves

Les élèves sont en temps de recherche par groupe de deux pendant 23% du temps : ils prennent le matériel et commencent l'activité (pendant les 8 premières minutes de la leçon) et doivent chercher le nombre de nombres solutions au problème (pendant 40 secondes à la fin de la leçon).

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
REC1	Moment de recherche des élèves	23 (N=78)
RECP0	pas de lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	0
RECP1	lecture en acte de l'activité des élèves par l'enseignante	5
RECP2	lecture en acte de l'activité des élèves et des procédures des élèves par l'enseignante	2
PAR et REC1	interventions des élèves pendant les moments de recherche	6
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	10

Tableau 82 : Moment de recherche pour la leçon après LS dans la classe de Valentine

Valentine circule dans les rangs pendant la recherche des élèves, prend des informations sur leur activité (5% du temps) en vérifiant comment ils utilisent le boulier mais aussi en intervenant sur leurs procédures (2% du temps) par exemple ci-dessous.

> 18:00-18:30 Camil: alors ça, c'est les dizaines et ça, c'est les unités. (*Camil montre d'abord la tige de gauche puis celle de droite*). Et puis des fois, on inverse.
> Valentine : et puis des fois, on inverse, d'accord. Sur le boulier, là, c'est la tige des unités, elle est où ? Sur le boulier ? À droite, oui. Il faut la mettre tout à droite. Dans les unités ici. Ça fait un peu bizarre de les avoir amenées là. D'accord, et puis là... On regarde chez toi déjà. Ça, c'est les dizaines, ici.

La procédure de cet élève consiste à lire un nombre sur le boulier puis à retourner le boulier et lire le nouveau nombre pour lequel le chiffre des unités et celui des dizaines ont été inversés (par exemple 81 et 18).

Valentine laisse peu de temps de recherche effective aux élèves car pendant ce temps de recherche, les élèves prennent le matériel au fond de la classe, l'installent, commencent l'activité, marquent le titre de l'activité et les nombres qu'ils trouvent au fur et à mesure sur leur cahier. Elle prend en compte l'activité des élèves et leurs procédures, vérifie qu'ils utilisent correctement le boulier et qu'ils ont compris la correspondance entre chaque tige ou emplacement vide avec l'aspect positionnel du système de numération : c'est-à-dire ici faire correspondre aux deux emplacements vides du boulier le chiffre des milliers, puis celui des centaines et aux deux tiges le chiffre des dizaines puis celui des unités.

v. *Mise en commun des procédures des élèves*

Les mises en commun correspondent à la partie la plus importante de la leçon (66% du temps) et sont consacrées principalement à des explicitations des procédures (47% du temps).

Nom du nœud	Descriptif	% du temps de travail
MEC1	Mise en commun dont	66 (N=257)
MECE1	explicitation des procédures par les élèves ou l'enseignante	47
MECV1 Dont MECE1	validation des procédures par les élèves dont explicitations des procédures	3 0
	autre (rappels à l'ordre, gestion de la classe, questions d'élèves...)	16

Tableau 83 : Mise en commun pour la leçon après LS dans la classe de Valentine

Sylvain explicite et écrit sa procédure au tableau noir. Il écrit 10, 20, 30..., 90 en colonnes, trace les colonnes du tableau, puis complète par 1, 2, 3..., 8 sous la colonne du 10 (Figure 40).

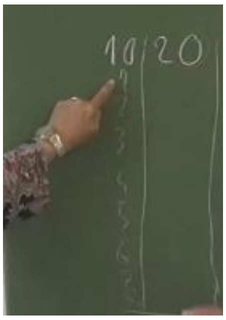


Figure 40 : Début de la procédure de Sylvain – leçon après LS – classe de Valentine

Il n'a pas tracé de colonne pour les unités (pour les nombres 0 à 9). Valentine lui demande alors à quoi correspond cette première colonne du tableau, c'est-à-dire si le 1 sous le 10 correspond au nombre 11 ou au nombre 1.

> 36:00 - 37:45 Valentine : […] (*Sylvain écrit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 sous le 10*) Alors Sylvain tu rajoutes quoi là ?
> Sylvain : je rajoute les nombres.
> Valentine : qu'est-ce que tu rajoutes Sylvain ? Ce ne sont pas des nombres. Essaye de trouver les mots justes.
> Sylvain : parce qu'avec le boulier on peut faire un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit.
> Valentine : c'est mais alors, ce dix, ça veut dire que tu peux faire onze ou bien ? Ça veut dire... c'est dans les unités ça, c'est avant le dix. (*Sylvain dit oui avec la tête*).
> Sylvain : et après, on peut aussi faire onze et tout ça.
> Valentine : non mais, Sylvain, ce n'est pas clair. Ça, ça veut dire un ou ça veut dire onze ? (*Valentine montre le 1 en dessous du 10*)
> Sylvain : mais, il y a les deux.
> Valentine : les deux, alors, ce n'est pas très clair. Il faudrait une colonne ici. (*Valentine réécrit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 sur une colonne à gauche*). Ça, c'est la colonne des... unités on va dire toutes seules. (*Valentine écrit u au-dessus de la colonne des unités*). Et puis ensuite tu mettrais alors, on note de gauche à droite. Troublant. (*Valentine a effacé 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en dessous du 10*). Essaye voire de mettre ce que tu mettrais là. (Sylvain écrit 1, 2 sous le 1

du 10) Ah, tu mettrais carrément... (*Sylvain rajoute 11, 12*). Ah. (*Il continue d'écrire 13, 14, 15, 16, 17, 18*).
Sylvain : voilà, je m'arrête là.
Valentine : pourquoi tu t'arrêtes là ? À dix-huit ? Pourquoi il ne peut pas mettre dix-neuf ? Mylène ?

Ce passage illustre le niveau d'exigence élevé qu'a Valentine par rapport à la précision du vocabulaire mathématique employé par cet élève. En effet, si le 1 sous le 10 se lit 11, le 1 correspond au chiffre des unités du nombre 11 et non au nombre 1. Elle lui demande également d'expliciter sa procédure, de la préciser et de la clarifier, puis à une autre élève de justifier pourquoi on ne peut pas former le nombre dix-neuf. Elle vérifie ainsi la compréhension de la procédure présentée par Sylvain (Figure 41) par une autre élève (Mylène) afin de faire participer l'ensemble de la classe.

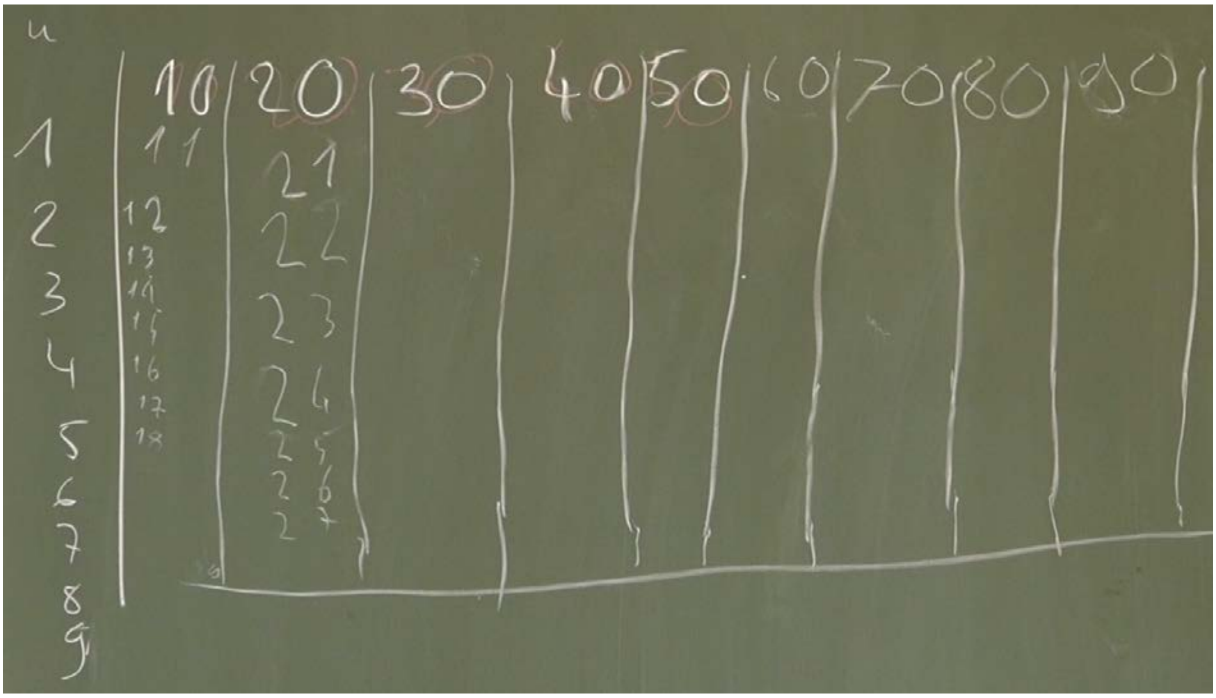


Figure 41 : Procédure de Sylvain – leçon après LS – classe de Valentine

Valentine conclut et dresse un bilan après chaque explicitation de procédures : elle reformule la procédure, la compare avec une autre déjà présentée et identifie les connaissances mathématiques en jeu. Par exemple, elle identifie dans la procédure de Jonathan qu'il additionne le nombre qui correspond au chiffre des dizaines avec celui qui correspond au chiffre des unités et que la somme est égale à neuf : « ils ont cherché, associé un nombre de dizaines avec un nombre d'unités qui fassent à la vue neuf ».

24:51-26:23 Jonathan : nous après, on a compris qu'après on commence par nonante, et on a la dizaine, c'est un neuf. Huit plus un, neuf. Sept plus deux, neuf. Six plus trois, neuf. Cinq plus quatre, neuf. Quatre plus cinq, neuf. Trois plus six, neuf. Deux plus sept, neuf. Un plus

> huit, neuf. Neuf plus zéro, zéro. Après, il y a huitante. Et après, on recommence, sept plus un, huit. […]
> Valentine : alors on a compris que là, il y a une recherche qui se fait différemment. Ils se sont complètement détachés du boulier. Ils se sont aperçus de quelque chose, c'est que pour faire neuf, qui est donc le nombre de boules. Et bien, ils ont cherché, associé un nombre de dizaines avec un nombre d'unités qui fassent à la vue neuf. […]
> Jonathan : le truc c'est que nous, d'abord, on faisait ça mais on s'occupait quand même du boulier. On faisait quand même avec le boulier. Mais, nous on réfléchissait par ça. (*En montrant son cahier*).

Elle relève que cette procédure n'utilise pas de boulier mais l'élève précise qu'il l'utilisait tout en raisonnant en écriture chiffrée. Ces échanges témoignent de l'habitude qu'a l'enseignante de reformuler les procédures d'élèves pour s'assurer d'une part de sa propre compréhension des procédures et d'autre part pour les partager à l'ensemble de la classe.

Dans l'extrait ci-dessous, l'élève représente le nombre soixante-trois sur le boulier puis retourne le boulier pour lire le nombre trente-six.

> 31:52-32:20 Camil: en fait, on a trouvé par exemple, soixante-trois. Et on les a mis à l'envers et ça fait trente-six. Donc un nombre, ça fait deux nombres.
> Valentine : d'accord, une situation sur le boulier vous donnait deux nombres directement. Parce que vous avez compris qu'en fait six dizaines trois unités, ça faisait neuf boules et que trois dizaines six unités, ça fait, on utilise aussi neuf boules. [...]

Valentine résume ainsi la procédure de Camil, et reformule la phrase de l'élève « Un nombre, ça fait deux nombres » en employant un vocabulaire descriptif et précis « une situation sur le boulier vous donnait deux nombres ». Sylvain explique alors que cette procédure prend beaucoup plus de temps que la sienne car pour trouver tous les nombres solutions, celle-ci manque d'organisation (« on ne sait pas... déjà si on a trouvé ce nombre ou pas »).

> 32:38-33:07 Sylvain : parce qu'on doit... après on ne sait pas... déjà si on a trouvé ce nombre ou pas. Et après, on doit par exemple, il y a huitante. Huitante-trois. [...]
> Sylvain : on retourne trente-huit. Et après, on écrit une fois et après on doit beaucoup chercher et ça prend beaucoup plus de temps.
> Valentine : je comprends. Ce que dit Sylvain, c'est très intéressant, c'est qu'il propose une organisation.
> Sylvain : par exemple, on met tous les uns, en haut les dizaines. (*Sylvain lève ses bras en expliquant*). On fait des traits pour... (*Sylvain fait des traits verticaux avec les bras*).

Elle reformule l'explication de Sylvain et identifie les connaissances mathématiques en jeu, c'est-à-dire le fait d'organiser la recherche pour trouver la liste exhaustive des nombres solutions du problème, autrement dit la mise en œuvre d'une procédure systématique pour former les nombres sur le boulier, les écrire puis les compter.

Pendant les mises en commun, soit les élèves présentent et explicitent leur procédure, soit Valentine demande des précisions, reformule, réexplique, résume les procédures présentées ou identifie les mathématiques en jeu. Il y a en revanche très peu de validation de procédures que ce soit par l'enseignante ou par les élèves. Elle se réfère à des conventions pour le placement des tiges sur le boulier et pour justifier qu'ils ne peuvent pas utiliser la procédure qui consiste à retourner le boulier pour lire un nombre puis un deuxième nombre dans lequel unité et dizaine sont « inversées ».

> 28:28.4 - 29:10 Hélène : par exemple, là, ça fait nonante.
> Valentine : hum hum.
> Hélène : et si on tourne, ça fait neuf.
> Valentine : ok, on va par convention, on se dit qu'on met de toute façon les unités à droite. Donc si au lieu de tourner le boulier, tu devrais déplacer plutôt là, à droite. Tu devrais... ça, ça représente. Là, sur le boulier, tu as combien là ? (*Les 2 tiges sont tout à gauche avec 09*) [...]
> Valentine : on ne va pas le tourner. On a décidé par convention les unités étaient à droite. Donc, ça c'est le nombre... ça représente le nombre ?

Mais le statut de cette validation est provisoire car un peu après pendant la leçon, elle explique que cette procédure est très intéressante alors même qu'elle l'avait invalidée précédemment.

> 30:59 - 31:39 Valentine : elles utilisent le boulier de manière très comment dire, spontanée, elles tournent pour éviter de déplacer les boules, les billes. Voilà. C'est une autre façon qui est intéressante et elles ont trouvé des nombres, beaucoup de nombres de cette manière. [...]
>
> 31:52-32:20 Camil: en fait, on a trouvé par exemple, soixante-trois. Et on les a mis à l'envers et ça fait trente-six. Donc un nombre, ça fait deux nombres.
> Valentine : d'accord, une situation sur le boulier vous donnait deux nombres directement. [...]

Valentine semble valider la procédure des deux élèves Sylvain et Jonathan par plusieurs « d'accord » puis les remercie pour leur « belle démonstration ». Mais, cette validation ne correspond pas pour elle à la validation de la procédure d'un point de vue mathématique, bien qu'elle soit tout à fait correcte mais incorrecte pour elle (39:19- 39:52). De même, elle ne valide aucune réponse proposée par les élèves à la fin de la leçon (42:32- 46:37). Or deux élèves proposent les deux réponses correspondant aux deux interprétations de la consigne : 55 (qui correspond aux nombres que l'on peut représenter avec au maximum neuf boules) et 10 (qui correspond aux nombres que l'on peut représenter avec neuf boules exactement). Une réponse incorrecte 90 est proposée également.

Pendant les mises en commun, Valentine demande aux élèves d'expliciter leurs procédures, de les préciser, de les justifier et d'utiliser un vocabulaire précis. Ni l'enseignante ni les élèves ne valident les procédures ou les réponses proposées. Elle prévoit de reprendre cette activité lors de la prochaine séance de mathématiques afin de présenter la procédure qui est correcte selon elle et de conclure sur le nombre de nombres solutions, c'est peut-être la raison pour laquelle elle diffère la validation des procédures et des réponses.

vi. Synthèse-institutionnalisation

Valentine n'a pas terminé la mise en commun des procédures des élèves. À la fin de la leçon (après la sonnerie), elle observe la solution correcte (selon elle) réalisée par deux élèves (Henry et Kaell). Elle leur demande alors d'expliciter rapidement leur procédure et diffère la présentation et l'explicitation complètes à la prochaine séance. Elle n'a effectué ni synthèse ni institutionnalisation de cette activité (peut-être par manque de temps). Néanmoins, elle conclut toutes les explicitations des procédures lors de la mise en commun en identifiant les connaissances mathématiques en jeu : organisation de la recherche (32:38-33:07) et le fait qu'on peut additionner le nombre formé du chiffre des dizaines et le nombre formé du chiffre des unités et que cette somme doit être égale à 9 qui correspond au nombre de boules (25:28-26:23).

8.4.4 Recherche de modifications entre les tâches prescrite et réalisée

Le livre du maître (voir Annexe 2) indique que « l'enseignant s'assure que les élèves connaissent le fonctionnement du boulier à tiges ». Valentine s'en assure en vérifiant au début de la leçon le positionnement des tiges dans les emplacements du boulier et la correspondance des tiges avec le système de numération. Le livre du maître indique aussi que « les élèves confrontent les démarches utilisées pour respecter la contrainte du maximum de neuf boules ». Elle demande aux élèves de présenter et d'expliciter leurs procédures. Cette contrainte est respectée parmi les procédures présentées hormis pour la dernière (celle de Kaell et Henry).

> 44:46 - 45:53 Valentine : je ne sais pas si vous avez compris tous. Vous avez entendu ce qu'a dit Kaell. Henry et Kaell ont pensé en lisant la consigne que les neuf boules devaient toujours être sur le boulier. Qu'on n'avait pas le droit par exemple, d'en laisser que par exemple, que quatre. [...]
> Henry : oui, mais...
> Valentine : et puis mettre les autres de côté. Il fallait toujours qu'il y ait les neuf.
> Kaell : oui.
> Valentine : toujours que les neuf soient présentes. Eh bien, nous verrons, nous reviendrons là-dessus. Tu veux dire quoi Jonathan.
> Jonathan : pourquoi car c'est marqué au maximum et ce n'est pas... cherche tous les nombres que l'on peut représenter sur un boulier à deux tiges en utilisant neuf boules au maximum (*Jonas lit la consigne*). Et ce n'est pas...
> Valentine : ça veut dire qu'on ne peut pas utiliser plus que neuf boules. Mais en utilisant neuf boules, est-ce que ça veut dire qu'on doit les utiliser chaque fois, les neuf. Ils ont compris ça, elle aussi vraisemblablement. Et on n'est pas loin de l'interprétation juste de la consigne. Mais elle n'est pas claire à mon avis.

Jonathan demande une explication à l'enseignante en se référant à la consigne. Celle-ci donne alors son interprétation : « ça veut dire qu'on ne peut pas utiliser plus que neuf boules ». Ce qui est effectivement correct car en langage mathématique, au maximum neuf signifie inférieur ou égale à neuf et le contraire d'inférieur ou égale à neuf correspond effectivement à strictement supérieur à 9. Elle fait alors part de son questionnement « Mais en utilisant neuf boules, est-ce que ça veut dire qu'on doit les utiliser chaque fois, les neuf. » Puis, sans avancer d'argument mathématique pour justifier son interprétation, elle conclut « on n'est pas loin de l'interprétation juste de la consigne » en laissant un doute sur sa clarté.

La tâche prescrite comporte peu d'éléments et laisse une marge de manœuvre importante à l'enseignante pour la mise en œuvre et le déroulement de la séance. Pour conclure cette partie, nous prenons en compte comme modification de la tâche prescrite qu'il faut utiliser exactement neuf boules. Les échanges informels ont confirmé son intention de poursuivre la leçon avec cette modification de la tâche prescrite.

8.4.5 Analyse de la représentation

Dans sa représentation de la tâche prescrite, les élèves doivent utiliser un boulier pour représenter les nombres. Valentine a anticipé le fait de mettre à disposition des élèves le matériel pour cette activité car elle a disposé sur une table au fond de la salle des bouliers, des boules et des tiges. Ainsi, dans sa représentation, les élèves doivent utiliser ce matériel pour effectuer l'activité.

Par ailleurs, la tâche prescrite n'est pas claire et elle ne sait pas ce qui est attendu d'elle car les termes de la consigne « au maximum neuf boules » peuvent s'interpréter de deux façons possibles : cela peut signifier soit égale à neuf, soit le contraire de supérieur à neuf (45:32 - 45:53). Mais même si la consigne n'est pas claire, les élèves doivent représenter tous les nombres qu'ils peuvent former avec exactement neuf boules et non neuf boules au maximum.

Elle se questionne et ne sait pas ce qui est attendu d'elle par rapport au positionnement des tiges sur le boulier (extrait des échanges informels).

> Valentine : mais le fait qu'il place ses boules, ses tiges, n'importe où sur le boulier, ça m'a vraiment choquée. Et je ne sais pas si je devais les déplacer pour l'activité. Il fallait leur faire déplacer. L'unité est à droite. Voilà. Ceux qui disaient comme ça après je tournais. [...] Après je ne sais pas ce qui est juste mathématiquement. S'il faut pour cette tâche, s'il faut corriger ou s'il faut pas... En tout cas, c'est une question que je me pose. Je n'ai pas de réponse. Alors je ne sais pas au niveau de sa localisation. Comme ça, tu vois. Avoir vraiment ces deux tiges ici (*à gauche sur le boulier*). Il y en a qui ont mis leurs deux tiges ici (*dans les deux emplacements du milieu du boulier*). [...] Il y en a, ils ont fait ça. *(Une tige à droite, un emplacement vide, une tige*). Alors voilà. Ça m'interpelle, est-ce que je dois intervenir dans ces cas-là pour cette tâche, hein tu vois. Bref, on ne le saura pas.

Elle se réfère pendant la leçon à la convention qui consiste à positionner la tige qui représente les unités le plus à droite du boulier, puis la tige qui représente les dizaines juste à côté et les deux emplacements vides (centaines et milliers) sur la gauche du boulier, ceci pour qu'il y ait une correspondance avec le système de numération. Dans sa représentation, elle ne sait pas ce qui est attendu d'elle non plus par rapport à la prescription de la tâche aux élèves. Peut-elle intervenir pour aider les élèves lors de la prescription et « est-ce que c'est bien de le faire ? » Elle s'interroge sur cette possibilité et le bien-fondé d'aider les élèves lors de la prescription de la tâche.

> SC1 - 1:12:16-1:13:44 [...]
> Océane : il y a des problèmes comme ça. La compréhension de la consigne qui est très difficile [...] Donc en fait, nous on doit décortiquer cette compréhension de consigne, et voilà on leur mâche un peu le travail mais parce que la compréhension...
> Valentine : est-ce qu'on peut le faire ? Est-ce qu'on... est-ce que c'est bien de le faire ?
> Édith : pourquoi ? Ça reprend ce que tu dis, à partir du moment où on essaye de reformuler ou même quand on dit « va chercher du matériel », bah voilà.
> Valentine : à partir du moment où je fais un dessin puis je le montre toc toc, ah, on voudrait que ce soit eux qui puissent trouver le dessin.

Valentine questionne son degré d'intervention pendant la prescription de la tâche aux élèves et rajoute que ce n'est pas à l'enseignant de prendre à sa charge la représentation du problème (avec l'exemple d'un dessin) mais aux élèves.

Dans sa représentation de la tâche prescrite, elle ne sait pas ce qui est attendu d'elle : elle se questionne sur le sens de la consigne, sur le positionnement des tiges sur le boulier et sur son degré d'intervention lors de la prescription de la tâche aux élèves. Sa représentation de la tâche prescrite est teintée de questionnements qui proviennent d'implicites de la tâche prescrite laissés à la charge de l'enseignant et du matériel officiel mis à disposition. Pour enseigner, il est nécessaire de prendre position quant aux deux interprétations de la consigne : elle décide alors sans réel argument qu'il faut représenter tous les nombres possibles avec exactement neuf boules.

8.4.6 Analyse de la redéfinition

Valentine redéfinit une tâche d'après sa représentation de la tâche prescrite mais aussi à partir de ses propres caractéristiques. Elle a exprimé ce qu'elle pense des consignes des activités des MER et des activités mathématiques en général (pour les niveaux 5H et 6H). Selon elle, les élèves ne comprennent pas la consigne car soit il y a trop d'informations, soit les termes utilisés ne sont pas clairs ou complexes pour créer volontairement une situation complexe.

> SC1 - 1:12:16-1:13:20 Valentine : en reformulant, on a déjà un tas d'aides et de pistes et voilà. S'ils peuvent démarrer après une reformulation, c'est déjà bien mais souvent c'est la donnée qui n'est pas comprise par rapport à justement à trop d'informations ou des mots français pas clairs, exprès compliqués pour justement créer une situation complexe.
> [...]

Cet extrait met en évidence des caractéristiques de ses pratiques qui interviennent dans la redéfinition de la tâche. Selon elle, une difficulté provient de la lecture et d'une mauvaise compréhension de la consigne, elle s'autorise ainsi à expliquer les termes de la consigne mais pas le sens de la consigne.

> Leçon après LS - 8:22-11:04 Valentine : [...] La première chose à faire, ça va être, de lire l'énoncé. Dans un premier temps, tout seul. Individuellement. [...] (*Les élèves lisent l'énoncé*). Est-ce qu'il y a des mots que vous ne comprenez pas dans l'énoncé ?
> Sylvain : je n'ai rien compris.
> Valentine : alors Sylvain dit qu'il n'a rien compris. Est-ce que le mot cherche ça, tu comprends le mot cherche.
> Sylvain : oui.
> Valentine : tous.
> Sylvain : oui.
> Valentine : les.
> Sylvain : j'ai compris les mots mais je n'ai pas compris le sens, de ce qu'il fallait faire.
> Valentine : d'accord, ok. Alors moi, ma question, c'est est-ce qu'il y a des mots dans la consigne que vous ne comprenez pas ? Est-ce que vous comprenez le mot par exemple boulier ? Vous savez ce que c'est qu'un boulier.
> Élève : oui.
> Valentine : est-ce que vous savez ce que c'est qu'une tige ?
> Élèves en choeur: oui.
> Valentine : bien. Alors, les mots, ça a l'air d'aller, mais c'est le sens de la consigne. D'accord qui est difficile. Vous allez quand même essayer de la comprendre et de résoudre le petit problème, la recherche. Et vous allez la faire non avec votre voisin de table. [...] Alors vous essayez de réfléchir pendant cinq minutes ensemble pour essayer de comprendre ce qu'on vous demande. Si vous comprenez, vous pouvez déjà commencer.

Dans sa redéfinition de la tâche, Valentine ne lit pas, ne reformule pas, n'explique pas la consigne, n'apporte pas ou très peu d'aides aux élèves et ne donne pas d'exemple de lecture d'un nombre représenté sur le boulier. Le livre du maître (voir Annexe 2) indique que « l'enseignant s'assure que les élèves connaissent le fonctionnement du boulier à tiges ». On peut interpréter les termes « fonctionnement du boulier à tiges » par le positionnement des tiges sur le boulier et la correspondance des tiges (ou emplacement vide) avec le système de numération. Dans ce cas, elle s'en assure effectivement au début de la leçon. On peut aussi interpréter le « fonctionnement du boulier à tige » par la lecture d'un nombre représenté par des boules sur les tiges du boulier et inversement par le fait de représenter un nombre donné sur un boulier. Et dans ce cas, elle ne l'a pas vérifié au début de la leçon comme indiqué dans le livre du maître pour l'ensemble de la classe mais le fait une seule fois au début de la leçon et de manière individuelle (16:03-16:10 « Proposez-moi un nombre. Déjà, vous avez mis les deux tiges ici. Ça représente quoi comme ? »). D'une part, il y a peu d'indications dans le livre du maître et d'autre part ces indications concernent une autre activité « Vanille-Fraise » dont l'activité « Les 9 boules de cristal » en constitue un prolongement. La tâche prescrite comporte une grande part d'implicites laissés aux compétences et à l'expertise de l’enseignante. D’après l’activité effective des élèves pendant la leçon ainsi que leurs productions écrites, nous observons que les élèves savent lire et représenter un nombre sur un boulier. Ainsi, Valentine s’est dispensée d’organiser un rappel collectif sur la lecture et la représentation de nombres sur un boulier au début de la leçon.

Dans sa redéfinition, les élèves présentent et explicitent leur procédure, mais elle ne valide ni les procédures ni les solutions du problème proposées par les élèves, même lorsqu’elle approuve par « d’accord », cela ne signifie pas pour elle que la procédure présentée est correcte d’un point de vue mathématique. La validation n’est pas effectuée par les élèves pendant la leçon contrairement à ce qui est indiqué dans les commentaires généraux du livre du maître.

8.4.7 Synthèse par rapport au processus de modifications

Valentine a effectué une analyse mathématique préalable de l’activité avant cette leçon : elle a réalisé l’activité mathématique (voir Annexe 48) et a identifié les connaissances mathématiques en jeu en disant que cette activité se situe dans le chapitre « décomposer un nombre en unité, dizaine, centaine » (pendant la leçon) et fait travailler « la position des nombres » (lors des échanges informels).

Elle ne sait pas ce qui est attendu d’elle : elle se questionne sur le sens de la consigne, sur le positionnement des tiges sur le boulier et sur son degré d’intervention lors de la prescription de la tâche aux élèves. Dans sa représentation, elle modifie la consigne en : « Représenter tous les nombres possibles sur un boulier en utilisant neuf boules exactement ». Elle redéfinit alors une tâche dans laquelle les élèves sont laissés en autonomie pour lire, interpréter, prendre le matériel, commencer l’activité et écrire les nombres solutions du problème. Dans sa redéfinition, elle leur demande de présenter et d’expliciter leurs procédures de manière claire et précise, et la validation est reportée. Néanmoins après les explicitations de procédures, elle donne des indices qui ont été interprétés comme des validations par les élèves. Par exemple (voir Annexe 49), Jonathan a présenté le début de sa procédure au tableau : il a écrit le début de la liste des nombres pour lesquels la somme du chiffre des dizaines et celui des unités vaut neuf : 90-81-...-45. Sur la fiche de cet élève, il a écrit tous les nombres que l’on peut représenter avec neuf boules, puis avec huit boules..., puis avec une boule, jusqu’au nombre zéro. Cet élève a les mêmes nombres solutions que Sylvain pour lequel elle a conclu la présentation par « ok. D’accord, merci Sylvain et Apolinaire pour cette belle démonstration » (39:40-39:52). Ces élèves pensent donc avoir trouvé les réponses correctes. Et inversement, Henry dit à la fin de la leçon « mais moi, je m’étais trompé » (43:17-43:18) car il a interprété la consigne d'une manière différente des autres élèves, c'est-à-dire avec exactement neuf boules. Ces interventions reflètent d'une part le décalage entre la tâche prescrite par Valentine aux élèves (consigne de l'activité) et la tâche attendue de Valentine aux élèves (son interprétation erronée de la consigne), et d'autre part, le fait que la validation n'est pas prise en charge par l'enseignante de manière explicite.

Pendant la leçon, l'activité des élèves n'a pas d'influence sur la représentation de la tâche prescrite par l'enseignante. En effet, plusieurs élèves vont présenter et expliciter la procédure correcte pendant la mise en commun (à leur place ou au tableau) et Marco donne le nombre correct de nombres solutions à la fin de la leçon. Lorsqu'elle explique que les deux élèves (Henry et Kaell) qui ont utilisé les neuf boules exactement ne sont pas loin de l'interprétation juste de la consigne, Jonathan relit la consigne en insistant deux fois sur le fait qu'il faut utiliser neuf boules au maximum. Malgré les interventions des élèves, elle ne modifie pas sa représentation de la tâche. La redéfinition et la réalisation de la tâche restent en cohérence avec sa représentation de la tâche prescrite.

Nous en déduisons que le processus de modifications de la tâche prescrite a comme source l'analyse mathématique et didactique de l'activité et que cette source intervient au niveau de la représentation de la tâche prescrite. Ainsi, la prise en compte de l'activité des élèves n'est plus une source du processus de modifications de la tâche prescrite.

Partie D Évolution des pratiques

Chapitre 9. Dans le cas d'Anaïs

9.1 Analyse en composantes des pratiques

Nous avons analysé les interventions d'Anaïs lors des séances des quatre cycles ainsi que lors des trois leçons observées dans sa classe : une avant le dispositif, une leçon de recherche pendant et une après le dispositif.

L'objectif de cette partie 9.1 est de caractériser les cinq composantes des pratiques, afin de relever ce qui a été modifié lors de la leçon de recherche et leurs invariants pour les leçons observées avant et après le dispositif. Pour repérer des invariants à partir de deux leçons, nous confrontons nos analyses de ses pratiques observées avec ses interventions lors des séances. Cette caractérisation des pratiques et de ses invariants a aussi pour objectif de dresser un profil des pratiques de l'enseignante qui permettra de comprendre et d'expliquer les évolutions et résistances observées dans les niveaux de développement associé au i-genre 3 ainsi que dans le processus de modifications de la tâche prescrite.

Cette partie vise à apporter des éléments de réponse à la question de recherche : comment l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle nous permet-elle de caractériser des changements ou au contraire des résistances dans les pratiques au cours et à la suite du dispositif LS ?

9.1.1 Composante cognitive

La composante cognitive est caractérisée par les choix et anticipations de l'enseignante sur les contenus, les activités, leur organisation, etc. Nous avons analysé les choix d'Anaïs concernant les activités pour les trois leçons observées mais aussi lorsqu'elle construit une séquence d'enseignement (ensemble de leçons sur un même thème), puis l'organisation des activités proposées pour les leçons observées et nous terminons par un bilan de nos analyses de cette composante.

9.1.1.1 Choix des activités

Anaïs a choisi deux activités (« Les 9 boules de cristal » pour la leçon avant LS et « Main pleine » pour la leçon après LS). Le GLS a choisi l'activité pour la leçon de recherche du cycle a : « Un drôle de jeu de l'oie... ». Les deux activités « Les 9 boules de cristal » et « Main pleine » présentent des aspects ludiques : avec la manipulation de bouliers ou un jeu de cartes. Elle a l'habitude de les enseigner. L'activité « Les 9 boules de cristal » constitue une activité consistante en ce sens que les élèves doivent engager une démarche de recherche et mettre en œuvre une démarche de résolution pour trouver toutes les solutions du problème (voir l’analyse *a priori*, 6.1.2). Le jeu de cartes « Main pleine » convoque les différentes écritures liées à la multiplication, mais il n’est pas nécessaire de mettre en œuvre une démarche de résolution pour associer les cartes entre elles (voir l’analyse *a priori*, 6.3.2). Il suffit de calculer des produits et des sommes, ou de les retrouver dans les tables de multiplication, puis de vérifier et valider si les cartes d’une même série sont égales à un même nombre. Ce moment de validation des cartes d’une même série assure une activité mathématique mais le fait que la validation se fasse entre élèves ne peut garantir une activité mathématique consistante. En restant dans le registre du jeu (échange de cartes, jetons), le jeu « Main pleine » n’assure pas une activité consistante d’un point de vue mathématique.

Pour préparer une séquence d’enseignement, Anaïs choisit des activités similaires afin de permettre aux élèves de se représenter les problèmes par eux-mêmes et de leur laisser le temps de s’approprier les connaissances travaillées (SC30 – 1:12:36 – 1:12:45 ; SC32 - 15:00 - 16:01 Anaïs : [...] « Faut refaire des choses de très semblables. [...] on est tous différents. Faut laisser le temps »). Lors de la leçon de recherche du cycle *a*, elle demande aux élèves de compter leurs points et mentionne que ce moment est important car ils ont déjà effectué ce type d’activités (SC7 - 45:49 - 45:58). Nous en déduisons qu’elle veille à proposer à ses élèves des activités similaires entre elles pour leur laisser le temps de s’approprier les connaissances en jeu. De plus, elle effectue des liens entre les activités comme dans les deux extraits ci-dessous. Lors de la leçon avant le dispositif, elle se réfère à l’activité « Les 99 carrés » (voir Annexe 39) qu’elle nomme « les allumettes » alors qu’elle enseignait « Les 9 boules de cristal » (voir Figure 11).

> Leçon avant LS : 21:56 - 22:19 Anaïs : Ça vous fait penser à quelle activité qu'on a déjà faite quand c'est « organisé » ? (*L'enseignante montre l'affiche au mur. Les élèves et l'enseignante regardent l'affiche de la mise en commun d'une activité précédente « à la pièce »*.) [...] Pourquoi on avait trouvé ces différentes façons de faire ? [...] Vous vous souvenez pourquoi ?

Lors d’une séance collective, elle compare les activités « Plions » (voir Figure 29) et « Les 99 carrés ».

> SC29 - 1:15:26 - 1:15:37 Anaïs : [...] ce que je trouve vraiment intéressant, c'est que si après je fais « Plions », que je le dise s'ils ne le disent pas : « ah bah c'est comme quand on a fait les allumettes ». [...]

Anaïs compare les activités entre elles ou les procédures mises en œuvre pendant les leçons avec ses élèves et pendant les séances. Dans le choix des activités de numération, elle propose d’abord des activités avec du matériel « concret », puis questionne le GLS sur comment faire en sorte que les élèves n’aient plus besoin de ce matériel (SC2 - 1:04:46 - 1:06:00). Anaïs construit les séquences d'enseignement en effectuant des liens entre les activités, en proposant des activités avec une progression, notamment dans l'utilisation du matériel.

9.1.1.2 Organisation des activités

Lors d'un entretien informel qui a lieu après la leçon après LS, Anaïs affirme qu'elle n'enseigne pas sous forme d'« ateliers », qu'elle le faisait effectivement au début de sa carrière, mais qu'elle a arrêté car cela ne lui convenait pas. Nos observations ne sont pas en cohérence avec ces informations. En effet, la leçon observée avant le dispositif ressemblait à une leçon en « ateliers » car les élèves ne travaillaient pas sur la même activité mathématique en même temps et de plus étaient mis en groupe de niveaux. Pendant l'entretien informel qui a suivi la leçon avant le dispositif LS, elle a expliqué qu'elle choisissait avec sa collègue Édith les activités d'approfondissement pour les élèves qui ont des facilités dans la discipline. Ce qui est en cohérence avec nos observations : lors de la leçon avant LS, elle a proposé une activité complémentaire (activité « En pièces ») à trois élèves ayant des facilités (atelier 3). Par ailleurs, elle individualise son enseignement car elle propose des activités individualisées (fiches de calculs « cahier hippopotames ») aux élèves de l'atelier 2. Elle utilise ce dispositif d'enseignement pour gérer l'hétérogénéité des élèves. Les interventions d'Anaïs sur les groupes homogènes d'élèves (SC5 - 33:46 - 34:16) ainsi que nos échanges lors de ces entretiens informels nous ont permis de conclure que dans ses pratiques ordinaires, elle tend à enseigner sous forme d'« ateliers » et en mettant en œuvre une pédagogie différenciée, ce qui a pour inconvénient de rendre difficilement réalisable une mise en commun et une institutionnalisation des savoirs.

9.1.1.3 Bilan des analyses de la composante cognitive

De nos analyses, il ressort qu'Anaïs choisit des activités issues des MER, qui ne sont pas toutes consistantes d'un point de vue mathématique, et qu'elle laisse un temps de recherche conséquent aux élèves pendant les leçons. Ceci nous conduit à qualifier son enseignement de différencié dans le choix des activités ainsi que dans leur déroulement car certaines activités sont réservées à un certain type d'élèves (ceux qui ont le plus de facilité) et son temps d'intervention n'est pas le même en fonction des ateliers mis en place, laissant certains élèves en grande partie en autonomie. Au niveau de la séquence d'enseignement, elle choisit des activités similaires et des activités avec matériel (pour la numération) en visant à dépasser le stade de la manipulation.

Ainsi, nos analyses ne nous permettent pas de relever d'évolution de cette composante ni de différence entre la leçon de recherche et les deux autres leçons.

9.1.2 Composante médiative

Pour caractériser la composante médiative, nous avons étudié les choix et anticipations d'Anaïs correspondant aux déroulements et à l'accompagnement de l'activité des élèves : interventions de l'enseignante, validations, aides.

9.1.2.1 Choix de l'enseignante correspondant aux déroulements

Analyse des différences entre la leçon de recherche et les deux autres leçons observées

Une première différence concerne la forme sociale de travail : le temps de travail en collectif est plus important pour la leçon de recherche 59% contre 15% et 40% pour les leçons avant et après LS (voir Tableau 86). Cette différence n'est pas marquée pour la part laissée à la prescription de l'activité en collectif : 19-20% du temps des leçons de recherche et après LS et 8% du temps de la leçon avant LS, ceci peut s'expliquer car l'activité avait déjà été présentée une première fois. Ainsi, dans ses pratiques ordinaires, elle laisse une place plus importante au travail en groupe, voire en groupe sous forme d' « ateliers » par rapport aux moments de travail en collectif (SC26 - 52:51 - 53:31). En effet, 85% du temps de la leçon avant LS est du travail en groupe et sous forme d'« ateliers », 41% du temps de la leçon de recherche est du travail en groupe et 51% du temps pour la leçon après LS (voir Tableau 86). Anaïs privilégie la forme de travail en groupe, voire sous forme d'« ateliers » car cela lui permet d'éviter de gérer des mises en commun en collectif.

> SC26 - 52:51 - 53:31 Anaïs : [...] c'est vrai que le grand problème [...] quand on est seule avec toute la classe pour ce genre d'activités, parce que oui je pense que des fois il suffit de pas grand-chose pour les lancer mais après il y en a d'autres qui pataugent. [...] c'est difficile et puis de faire trop vite du collectif, souvent ce n'est pas très efficace. [...]
> Anaïs : je trouve que c'est drôle, difficile de gérer ces moments, enfin ce n'est pas facile. Ouais.
> Océane : [...] elle (*Anaïs*) a dit « la résolution de problèmes, ce qui est intéressant c'est qu'ils (*les élèves*) arrivent ».
> Anaïs : Ouais, c'est ça.
> Océane : Ils arrivent par eux-mêmes à un début de résolution.

Les prescriptions des tâches pour les trois leçons, la synthèse et l'institutionnalisation pour la leçon après LS quant à elles s'effectuent en collectif.

Une dernière différence concerne les mises en commun. Moins de temps est dévolu aux explicitations des procédures des élèves lors de la leçon de recherche que lors de la leçon avant LS (32% avant LS contre 8% pour la leçon de recherche) et plus de temps pour les validations (3% avant LS contre 9% pour la leçon de recherche). Cette différence peut s'expliquer par la forme sociale de travail, pour la leçon avant LS, l'enseignante gère les mises en commun pour un atelier à la fois, entre 6 et 9 élèves, et pour l'ensemble de la classe pour la leçon de recherche, ce qui laisse moins de temps pour l'explicitation des procédures, allant plus rapidement vers des validations.

Choix d'Anaïs par rapport aux déroulements : confrontation entre ses discours sur ses pratiques et ses pratiques effectives

Anaïs se questionne sur les objectifs et modalités des moments collectifs et en particulier des mises en commun. Selon elle, ce n'est pas efficace de les organiser trop tôt pendant la leçon et il est difficile de travailler en classe complète pour prendre en compte les procédures et difficultés de tous les élèves (voir extrait précédent - SC26 - 52:51 - 53:31). Cette intervention renforce nos analyses sur le fait que son enseignement tend à être « en atelier » : elle choisit d'intervenir avec un petit groupe d'élèves à la fois, laissant le reste de la classe en autonomie soit sur la même activité, soit sur une autre activité (comme observé lors de la leçon avant LS). Lors d'une leçon de recherche du cycle *d*, chaque enseignant observait deux ou trois élèves en train de résoudre le problème « Les 99 carrés » et avait la possibilité, en plus de prendre des informations sur l'activité des élèves, de leur apporter des aides personnelles. Après cette leçon, Anaïs explicite en séance que les élèves devraient effectuer seuls les activités demandées, avec la possibilité de collaboration entre pairs lors de travail en groupe et que les aides de l'enseignante ne devraient concerner que les élèves qui sont « bloqués ».

> SC30 - 57:04 - 57:42 Anaïs : Mais le rôle quand on était un adulte avec deux enfants je pense qu'il était extrêmement utile et intéressant pour les élèves qui étaient bloqués, parce que quand on leur dit « bah regarde, écoute aussi ce qu'il a dit » [...]. Enfin guider leur recherche mais ça, c'est pour les enfants qui sont bloqués, enfin moi je me dis ceux qui sont pas bloqués qui arrivent, qui cherchent je vois pas, faudrait les laisser-faire seuls quelque part. Mais ceux qui sont bloqués j'aurais envie de dire je les prends et puis je les accompagne et puis voilà mais je sais pas comment on peut faire ça.

Cette intervention est en cohérence avec nos observations notamment lors de la leçon avant LS dans laquelle Anaïs a laissé quelques élèves en autonomie pendant toute la leçon (atelier 3) et a apporté des aides aux élèves qui en avaient besoin dans les ateliers 1 et 2. Cette intervention illustre non seulement sa représentation de l'enseignement mais aussi un questionnement par rapport à l'accompagnement de l'activité des élèves : celui-ci doit se faire de manière différenciée, c'est-à-dire guider les recherches uniquement pour les élèves qui en ont besoin (« qui sont bloqués ») et laisser les autres davantage en autonomie.

9.1.2.2 Choix de l'enseignante par rapport à l'accompagnement de l'activité des élèves

Les élèves sont plutôt laissés en autonomie : pour la leçon avant LS, Anaïs accorde presque les deux tiers du temps de travail aux 6 élèves de l'atelier 1, presque un tiers aux 9 élèves de l'atelier 2 et environ 2% du temps de travail aux 3 élèves de l'atelier 3. Par ailleurs, elle laisse un temps de recherche important aux élèves (dans l'ordre chronologique des leçons 78%, 52% et 43 %). Elle prend des informations sur leur activité, leur demande d'expliciter leurs procédures et les valide elle-même ou leur demande de les valider (par exemple SC14 – 21:21 - 21:29 « Vérifie toi-même donc il le prend (*l'élève prend le chablon*) »). Elle donne des exemples ou des explications supplémentaires lorsque les élèves sont bloqués.

Interventions de l'enseignante

En % du temps de travail arrondi à l'unité	avant LS	Leçon de recherche cycle *a*	après LS
Interventions d'Anaïs pendant la prescription	7 (11 occurrences)	19 (29 occurrences)	17 (40 occurrences)
pendant les moments de recherche	52 (216 occurrences)	38 (122 occurrences)	36 (151 occurrences)
pendant des mises en commun	30 (120 occurrences)	16 (68 occurrences)	---
Interventions des élèves pendant la prescription	1	3	3
pendant les moments de recherche	26	15	8
pendant les mises en commun	16	10	--

Tableau 84:Temps de parole d'Anaïs et des élèves pendant les différents moments des leçons

Nous précisons avant de comparer les indicateurs des Tableaux 84 et 85 que les trois leçons observées sont de même type, avec trois activités : soit reposant sur des jeux mathématiques (leçon du cycle *a* et après LS), soit l'activité « Les 9 boules de cristal » pour la leçon avant LS.

Nous relevons ce qui est différent pour la leçon de recherche et invariant pour les deux autres leçons : ainsi il ressort qu'Anaïs intervient davantage pendant la prescription de la tâche pour la leçon de recherche (en % de temps) et moins pendant les moments de recherche et les mises en commun (en occurrences).

Aides apportées par l'enseignante aux élèves

À partir du Tableau 85 ci-après et de la répartition des aides personnelles et collectives (voir Annexe 51), nous allons caractériser les aides qu'Anaïs apporte aux élèves et nous illustrons ces analyses avec les discours d'Anaïs pendant les séances LS.

Nombre d'occurrences (% du temps de travail, arrondi à l'unité)	avant LS	Leçon de recherche cycle *a*	après LS
Aides collectives de l'enseignante			
pendant la prescription	0	16 (7%)	0
pendant les moments de recherche	0	19 (8%)	0
pendant les mises en commun	0	66 (16%)	0
pendant la synthèse	0	0	0
Aides collectives de l'enseignante			
pendant le travail en atelier	0	0	0
pendant le travail en collectif	0	82 (23%)	0
pendant le travail en groupe	0	3 (1%)	0
pendant le travail individuel	0	0	0
Aides personnelles de l'enseignante sans réduction des exigences mathématiques			
pendant la prescription	0	0	0
pendant les moments de recherche	87 (18%)	21 (17%)	4(6%)
pendant les mises en commun	0	0	0
pendant la synthèse	0	0	0
Aides personnelles de l'enseignante sans réduction des exigences mathématiques			
pendant le travail en atelier	87 (18%)	0	0
pendant le travail en collectif	0	0	0
pendant le travail en groupe	0	21 (17%)	4(6%)
pendant le travail individuel	0	0	0
Aides personnelles de l'enseignante avec réduction des exigences mathématiques			
pendant les moments de recherche et de travail en groupe	0	3(1%)	0

Tableau 85 : Nombre d'aides d'Anaïs aux élèves aux différents moments des leçons

Anaïs apporte des aides personnelles pendant les moments de recherche, lorsque les élèves travaillent en groupe ou en ateliers pour les trois leçons observées. Lors de la leçon de recherche, en plus des aides personnelles, elle apporte des aides collectives tout au long de la leçon : pendant la prescription, les moments de recherche et les mises en commun. Lors des leçons pendant le dispositif LS, Anaïs a modifié la nature des aides pour la leçon de recherche : elle apporte des aides collectives (cela n'a pas été le cas lors des leçons avant et après LS) et des aides personnelles en réduisant ses exigences mathématiques (elle a modifié les règles du jeu, en autorisant le rendu de monnaie, pour permettre à un groupe d'élèves bloqués de continuer la partie).

Anaïs explique que les élèves doivent passer par une phase de recherche pendant laquelle ils doivent réussir seuls, puis que la mise en commun n'a pas d'intérêt sans moment de recherche au préalable.

> SC33- 1:02:29 - 1:02:58 Anaïs : il y a quand même la nécessité de les amener à plus (?), seul, c'est important qu'ils réussissent seuls et puis (?), ça ne sert à rien de leur donner la solution, faire une mise en commun sans qu'ils ne soient passés par cette phase de recherche.

Cette intervention peut entrer en contradiction avec son intervention lors d'une séance précédente lors de laquelle elle affirme qu'elle interrompt énormément ses élèves lorsqu'ils sont dans une activité mathématique (SC25b - 2:08:34 - 2:08:59 « Je les interromps tellement aussi quand ils sont... tu disais avant il faut leur laisser du temps [...] On les interrompt énormément »). Une autre intervention d'Anaïs (SC21 - 1:14:35 - 1:15:04) confirme cette volonté de laisser les élèves plutôt travailler en groupe afin qu'ils comparent leurs procédures et/ou leurs solutions avant l'intervention de l'enseignante. Ces interventions confirment nos observations : elle intervient lors des moments de recherche 216 fois dont 87 aides personnelles (leçon avant LS), 122 fois dont 21 aides personnelles (leçon de recherche) et 151 fois dont 4 aides personnelles (leçon après LS).

Dans ce qui suit, nous avons relevé ses interventions concernant la nature des aides à apporter aux élèves, en particulier par rapport au matériel et à la manipulation. Pendant la préparation de la 2ème leçon de recherche du cycle *c*, pour l'activité « Promotion », une autre enseignante a proposé de faire manipuler des sachets avec des jetons pour aider les élèves à se représenter le problème, c'est-à-dire pour identifier la nécessité de comparer un même nombre de ballons. Anaïs relève que les élèves peuvent être intéressés par la manipulation sans pour autant chercher à résoudre le problème (SC24 57:10 – 57:42 « ils [les élèves] vont faire des paquets et puis en fait, ils ne vont pas chercher [...] Juste manipuler pour manipuler »). Nous rappelons que d'une part les cycles *c* et *d* du dispositif étaient axés sur les aides à apporter aux élèves lors de résolution de problème et d'autre part que le matériel et la manipulation ont été proposés par le GLS comme étant des aides possibles à la résolution de problème. Pour Anaïs, cependant la manipulation n'est pas nécessairement une aide pour les élèves et peut même être un distracteur. Cette intervention vient en écho avec notre analyse de sa composante cognitive (SC2 – 1:04:46 – 1:06:00 ; SC5 – 1:43:35 – 1:44:39) : elle choisit des activités de numération utilisant du matériel dans un premier temps, puis vise à dépasser ce stade de manipulation. Cette intervention vient aussi en écho avec les pratiques d'Anaïs lors de la leçon avant LS « Les 9 boules de cristal » pendant laquelle les élèves ont eu le choix d'utiliser ou non un boulier pour effectuer l'activité.

Rappels à l'ordre

Une autre différence lors de la leçon de recherche concerne les rappels à l'ordre beaucoup moins nombreux que lors des deux autres leçons : 3% contre 14% et 11% (voir Tableau 86). La présence des nombreux observateurs et des caméras, ainsi que la préparation approfondie de la leçon sont certainement des éléments qui ont joué sur le comportement des élèves et par conséquent sur les rappels à l'ordre de l'enseignante.

9.1.2.3 Bilan des analyses de la composante médiative

Un invariant de cette composante est la part plus importante des leçons pour le travail en groupe (voire sous forme d'« ateliers ») par rapport au travail en collectif. Anaïs privilégie cette forme de travail car cela lui permet d'apporter des aides personnelles aux élèves pendant les moments de recherche, mais aussi d'éviter de gérer des mises en commun en collectif. Elle organise la prescription des tâches, la synthèse des procédures et l'institutionnalisation en collectif. De plus, elle n'apporte pas d'aides collectives aux élèves à aucun moment des leçons observées tant avant qu'après le dispositif LS. Par ailleurs, dans son enseignement, elle privilégie le travail en groupe voire sous forme d'« ateliers » et le travail différencié tant sur le choix des activités (composante cognitive) que sur son mode d'intervention (composante médiative). En effet, elle choisit d'intervenir avec un petit groupe d'élèves à la fois, laissant le reste de la classe en autonomie soit sur la même activité, soit sur une autre activité et son temps d'intervention n'est pas le même en fonction des « ateliers ».

Nous relevons à présent les caractéristiques de la composante médiative qui sont différentes lors de la leçon de recherche par rapport aux deux autres leçons et confirmées par les interventions de l'enseignante en séances. Par rapport aux déroulements, il ressort que le temps de travail en collectif est plus important pour la leçon de recherche que pour les deux autres leçons. Pour les mises en commun, moins de temps est dévolu aux explicitations des procédures des élèves et plus de temps pour les validations lors de la leçon de recherche que lors de la leçon avant LS. Par rapport à l'accompagnement de l'activité des élèves, il ressort que lors de la leçon de recherche, Anaïs intervient davantage pendant la prescription, moins pendant les moments de recherche et les mises en commun que pour les deux autres leçons observées. Parmi ses interventions, elle propose des aides collectives à différents moments de la leçon de recherche, ce qui n'est pas le cas pour les deux autres leçons, mais aussi des aides personnelles en réduisant ses exigences mathématiques.

Nous en déduisons que le dispositif LS a eu un effet sur sa composante médiative lors de la leçon de recherche. En revanche, nous n'avons pas observé d'évolution de sa composante médiative des pratiques entre les leçons avant et après LS : en effet, les modifications de la composante médiative lors de la leçon de recherche n'ont pas été observées lors de la leçon après LS.

9.1.3 Composante personnelle

Pour caractériser la composante personnelle, nous avons pris en considération la représentation qu'Anaïs a de l'enseignement des mathématiques, ainsi que certaines caractéristiques de ses pratiques.

9.1.3.1 Représentation de l'enseignement des mathématiques

Nous avons analysé les discours d'Anaïs sur ses pratiques lors des séances et nous relevons notamment l'analyse d'un extrait qui montre qu'elle ne suit pas les indications du plan de leçon de la 2ème leçon de recherche du cycle *c* car celles-ci vont à l'encontre de ses pratiques ordinaires et de sa représentation de l'enseignement. Elle a enseigné « Promotion » en dehors du dispositif LS et explique comment s'est déroulée la leçon pendant une séance. Dans l'extrait ci-dessous (SC26 - 5:43 - 6:45), elle explique que seulement quatre élèves parmi tous les élèves de la classe ont compris qu'il fallait chercher un multiple commun pour pouvoir comparer les trois situations de proportionnalité. Or dans le plan de leçon, il était indiqué que l'enseignante devait organiser des moments collectifs pour faire émerger la nécessité de trouver un élément commun pour comparer les trois situations, la nécessité d'avoir le même nombre de ballons pour comparer. Elle ajoute qu'elle n'a pas suivi le plan de leçon car elle souhaitait que ses élèves « trouvent en faisant ». Dans l'extrait ci-dessous, les deux facilitateurs chacun leur tour la questionnent pour savoir si elle a apporté l'aide collective qui avait été prévue par le GLS.

> SC26 - 5:43 - 6:45
> Anaïs : [...] Mais après quand je leur ai donné « une autre Promotion »... ils ont bloqué. Après, on a essayé avec trente-six. Enfin voilà, mais après, disons que « Promotion », ils doivent trouver le nombre. Ils n'ont pas compris qu'il faut trouver le nombre en fait.
> Stéphane : Mais, est-ce qu'ils ont compris qu'il fallait trouver quelque chose de commun ? Je veux dire par rapport à notre souci qui était sur la représentation du problème ? Est-ce que cette idée qu'il faut qu'il y ait un élément de comparaison, t'as l'impression que... ?
> Anaïs : Je pense qu'il y a quatre élèves qui ont compris en fait mais... qui ont compris ça, mais je ne l'ai pas, je ne l'ai pas sorti volontairement en fait parce que je me dis, j'avais envie qu'ils trouvent en faisant, mais ce n'était pas le cas. C'est pour ça que je dis qu'à la fin je commençais... J'ai dû interrompre (*inaudible*). C'est déjà assez long, donc c'est pour ça.
> Anne : Mais, t'as pas, à la fin, le premier, tu ne leur as pas fait remarquer que c'était parce qu'il y avait un nombre commun pour comparer ?
> Anaïs : Non, parce que j'avais, j'ai suivi ce chemin-là, moi. [...]

Nous déduisons que dans sa représentation de l'enseignement, les élèves apprennent en étant en activité et sans intervention de l'enseignante, ce qui relève d'une certaine doxa. L'analyse de sa composante médiative a souligné que le dispositif LS a eu un effet lors de la leçon de recherche (elle a apporté des aides collectives) mais pas sur ses pratiques ordinaires : elle n'est pas intervenue en apportant une aide collective aux élèves pour qu'ils comprennent qu'il fallait un élément de comparaison pour cette leçon qui a eu lieu après le dispositif LS (non observée). Elle affirme que volontairement elle n'intervient pas de manière collective pour aider ses élèves et que donc seuls quatre élèves de la classe ont compris. Ainsi, cette doxa semble influencer sa représentation de l'enseignement et son enseignement, ceci malgré un travail collectif conséquent. Nous déduisons de cette intervention une certaine stabilité de ses pratiques et le fait qu'elle n'envisage pas certaines médiations, comme apporter des aides collectives. Nous l'interprétons comme une certaine résistance de ses pratiques au niveau de sa composante médiative, qui peut s'expliquer par sa composante personnelle.

9.1.3.2 Caractéristique des pratiques d'Anaïs

Anaïs donne une importance à l'aspect du jeu qui lui sert à entretenir la motivation de ses élèves. Cet aspect est apparu à plusieurs reprises pendant les séances (par exemple SC2 - 1:01:58 - 1:02:20, SC3 - 47:42 - 48:03, SC7 - 1:25:09 - 1:25:27). Nous avons vu (partie 6.2) que lors de la leçon de recherche du cycle *a*, cette caractéristique des pratiques était prépondérante et est allée jusqu'à influencer les choix d'Anaïs pendant la leçon : elle a demandé aux élèves de ne pas respecter la règle du jeu (s'éloignant ainsi des objectifs d'apprentissage visé par le jeu) pour qu'ils puissent continuer leur partie. Pendant la leçon après LS, nous avons relevé les termes qui appartiennent au registre du jeu et ceux du registre mathématique pour mettre en évidence l'importance de cette caractéristique des pratiques tant dans le choix des activités, que dans le registre langagier de l'enseignante pendant les leçons observées. Cette caractéristique est ressortie tant pendant les leçons que pendant les séances.

9.1.3.3 Bilan des analyses de la composante personnelle

La composante personnelle des pratiques d'Anaïs est marquée par sa représentation de l'enseignement des mathématiques. Cette représentation relève d'une doxa dans laquelle les élèves doivent être en activité et avec peu d'intervention et d'aide de la part de l'enseignante. De plus, l'aspect jeu est une caractéristique qui intervient dans le choix des activités (composante cognitive). Cette caractéristique intervient également dans sa composante médiative : sur les aides et ses interventions, mais aussi sur le processus de modifications de la tâche prescrite (voir 6.2 : les analyses lors de la leçon de recherche du cycle *a*).

Nous n'avons pas observé d'effet du dispositif LS sur sa composante personnelle. D'une part, le GLS a aussi choisi un jeu lors de la première leçon de recherche, ce qui va dans le sens de sa composante personnelle. D'autre part, sa représentation de l'enseignement peut expliquer une certaine résistance à faire évoluer sa composante médiative (proposer des aides collectives).

9.1.4 Composantes institutionnelle et sociale

9.1.4.1 Composantes institutionnelle et sociale

Anaïs utilise les MER ainsi que d'autres ressources en complément (cahiers de calculs, fiches, etc.), lorsque les MER ne proposent pas suffisamment d'activités sur un sujet particulier (SC8 - 1:06:21 - 1:06:52).

La composante sociale correspond à la manière dont Anaïs s'investit dans son établissement (voir 3.1.1.1), sa façon de travailler avec ses collègues, de gérer les exigences, les attentes et les contraintes liées au métier d'enseignant. Dans le cadre de notre recherche, nous considérons également sa posture de praticienne formatrice et sa posture dans le GLS : son investissement, le nombre de ses interventions par séance, comme étant des caractéristiques de la composante sociale.

Posture de praticienne formatrice

Anaïs a la charge de former une stagiaire, de l'observer en situation d'enseignement puis d'analyser ses pratiques. Elle et sa collègue Édith ont chacune une stagiaire et préparent régulièrement des leçons à quatre (SC34 - 1:50:55 - 1:52:36). Ainsi Anaïs réinvestit le travail mené lors du dispositif LS dans son travail avec sa stagiaire.

> SC14 - 53:12 - 53:50 Stéphane : [...] c'est quelque chose qu'on recommande aux étudiants : de dire parfois le fait de faire une activité en deux parties un jour et le lendemain. D'une part, ça permet d'avoir des élèves plus frais pour la mise en commun (inaudible) c'est que ça vous laisse le temps de préparer. Et mise en commun et institutionnalisation, il y a des fois où on n'arrive pas à le faire tout de suite parce que...
> Anaïs : J'ai la même réflexion que toi maintenant parce que je me disais moi comme prafo (*praticienne formatrice*) c'est hyper difficile d'anticiper des choses comme ça alors que si on peut avoir une discussion au milieu on va juste pouvoir euh... non parce qu'on prend beaucoup de décisions au cours de séquences.

Anaïs transpose la recommandation du formateur à ses étudiants d'effectuer une activité en deux parties pour différer la mise en commun et l'institutionnalisation (ce qui est également le cas de la leçon de recherche du cycle *b*) à son travail de praticienne formatrice dans lequel elle intercale une discussion avec sa stagiaire entre deux leçons afin d'expliciter et d'analyser les choix effectués pendant la première leçon avant d'enseigner la deuxième. De même, elle a comparé l'activité des élèves lors d'une activité travaillée pendant le cycle *c* et lors d'une activité sur les aires qu'elle a observée dans la classe de sa stagiaire.

SC27 - 10:34 - 11:09 Anaïs : je me suis dit : « l'autre jour, il y a quand même une comparaison qui n'était pas évidente pour les enfants... il faut comparer la même chose parce qu'on ne peut pas comparer, c'est ça ». Ça m'a fait tilt. J'ai regardé la leçon d'une stagiaire sur les aires, je me disais « une comparaison de surface ». Donc je me disais « bah non, c'est pas évident du tout non plus qu'il faut (*inaudible*) à chaque fois ». Ce n'est pas la même chose mais c'est quand même de la comparaison.

Nos analyses nous permettent de déduire qu'Anaïs a réinvesti au moins à deux reprises le travail effectué lors du dispositif LS lorsqu'elle est en posture de praticienne formatrice avec sa stagiaire.

Posture d'Anaïs lors des séances du dispositif LS

Anaïs est ouverte à participer à une formation *lesson study* mais précise que cela demande un investissement important en temps. Elle fournit le travail demandé par cette formation en précisant que cela lui demande un effort notamment pour la lecture d'un article professionnel, mais qu'elle juge ce type de travail intéressant (SC19 - 9:19 - 9:32). Elle intervient peu en moyenne lors des séances (environ 40 fois par séance), elle est parmi les trois enseignants du GLS qui interviennent le moins.

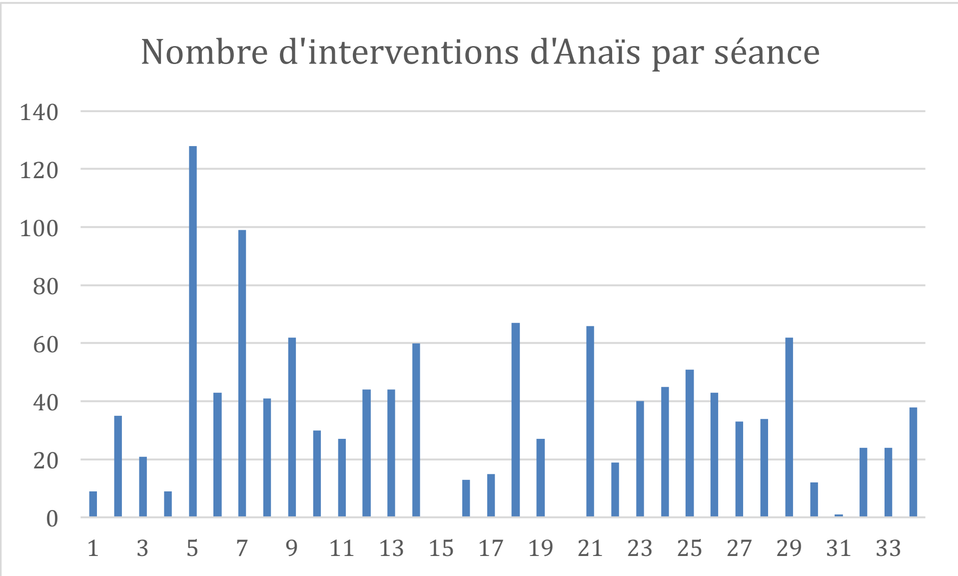


Figure 42: Nombre d'interventions d'Anaïs par séance

Cet histogramme met en évidence que le nombre d'interventions d'Anaïs est le plus important pour la séance 5 qui suit la 1ère leçon de recherche du cycle *a* (qu'elle a enseignée) et pour la séance 7 qui suit la 2ème leçon de recherche du même cycle *a*.

Par ailleurs, lorsqu'Anaïs observe les leçons de recherche, elle prend des notes sur l'activité des élèves et de l'enseignante (ce qu'ils font, ce qu'ils disent, leurs procédures). Ses notes des trois premières leçons de recherche restent descriptives. Celles de la quatrième leçon témoignent d'une certaine évolution car elle a écrit une analyse « Comment leur faire comprendre qu'il faut passer par 12 ou 24 ou ... ballons ??? » Lors de la dernière leçon de recherche du cycle *d*, elle a observé les procédures mises en œuvre par deux élèves et leur a apporté des aides en notant les effets sur l'activité des élèves. Elle intervient juste après en séance (SC28b - 56:33 - 59:15) pour expliquer ce qu'elle a pu observer. Son intervention reste descriptive avec peu d'analyse des procédures et difficultés des élèves, les analyses seront prises en charge par les autres observateurs (facilitateurs ou enseignants). Nous en déduisons qu'Anaïs fait peu d'analyse et reste descriptive dans ses observations des difficultés des élèves et des aides à apporter tant à l'écrit dans ses notes d'observations qu'à l'oral pendant cette intervention.

9.1.4.2 Bilan des analyses des composantes institutionnelle et sociale

Il est à noter qu'Anaïs bien que toujours présente et motrice au début du dispositif est intervenue très peu du point de vue de la dynamique des séances. Au niveau de sa composante sociale, nous avons pu analyser qu'elle a réinvesti les connaissances acquises lors du dispositif LS lorsqu'elle est en posture de praticienne formatrice avec sa stagiaire. Elle a transposé le travail d'analyse des leçons de recherche (observation, analyse) dans le cadre des leçons enseignées par sa stagiaire. En particulier, les connaissances acquises et réinvesties concernent l'analyse des liens entre activités mathématiques. Ainsi, nos analyses permettent de relever que le dispositif LS a eu un effet sur sa composante sociale en particulier dans son rôle de praticienne formatrice, ceci à deux reprises.

9.2 Catégorisation des pratiques en i-genre

Cette partie apporte des éléments de réponse à la question de recherche concernant des changements de i-genre ou de niveau de développement associés au i-genre 3. Nous catégorisons les pratiques d'Anaïs à partir des trois leçons observées et des résultats issus de l'analyse en composantes des pratiques qui s'appuient sur l'ensemble des séances collectives. Nous montrons que ses pratiques se rapprochent du i-genre 2 (voir 2.1.1.3). L'analyse des composantes cognitive et médiative des pratiques (voir 9.1) a mis en évidence que pour les trois leçons observées, elle présente collectivement l'activité (Tableau 86). Pour la leçon de recherche, le GLS a laissé la liberté à l'enseignante de présenter les consignes par une lecture individuelle ou par une explication collective selon les habitudes de la classe. Ainsi, elle s'est conformée à ses pratiques ordinaires et a présenté l'activité de façon collective. Elle individualise les itinéraires cognitifs principalement pour la leçon avant LS lorsqu'elle sépare les élèves en trois ateliers autour de deux activités différentes. Elle apporte des aides individuelles lorsque les élèves travaillent en groupe et aucune aide collective hormis pour la leçon de recherche. Pour la leçon après LS, elle aide les élèves en découpant l'activité en tâches élémentaires, par exemple lorsqu'elle demande aux élèves de compter le « nombre de fois » pour associer l'écriture multiplicative à l'écriture additive. De plus, elle n'effectue ni synthèse, ni institutionnalisation pour les leçons avant LS et la leçon de recherche.

Ainsi, Anaïs donne une part importante aux présentations collectives des activités, elle individualise les itinéraires cognitifs en mathématiques et les aides qu'elle apporte aux élèves (pas d'aide collective pour les leçons avant et après LS). Elle n'organise ni synthèse contextualisée ni institutionnalisation liées explicitement à l'activité proposée pour la leçon après LS. Nous en déduisons que ses pratiques se rapprochent du i-genre 2. Pour compléter cette catégorisation, nous analysons les pratiques en référence avec les niveaux du i-genre 3, à partir des analyses effectuées pour chaque leçon.

		Avant le dispositif LS	Pendant le dispositif LS	Après le dispositif LS
En % du temps de travail (arrondi à l'unité)		« Les 9 boules de cristal »	Cycle *a* « Un drôle de jeu de l'oie... » Leçon de recherche	« Main pleine »
Forme sociale du travail		100	100	100
	en collectif	15	59	40
	en groupe	0	41	51
	en atelier	85	0	0
	en individuel	0	0	9
Interventions d'Anaïs		71	74	81
	dont rappels à l'ordre	14	3	11
Interventions des élèves		29	26	17
Prescription de la consigne		8	19	20
Recherche des élèves (% du temps de leçon qui correspond au temps de recherche des élèves, cela comprend les interventions de l'enseignante et des élèves)		78	52	43
	pas de lecture en acte de l'activité des élèves	17	5	2
	lecture en acte de l'activité des élèves	9	14	20
	lecture en acte de l'activité et des procédures des élèves	21	9	3
	interventions des élèves pendant les moments de recherche	26	16	8
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	5	8	10

Mise en commun		47 (double codage entre la mise en commun et la recherche des élèves car il y a des ateliers en parallèle)	24	0
	avec explicitation	32	8	0
	avec validation dont explicitation	3 2	9 2	0 0
	autre	12	9	0
Synthèse		0	0	11
Institutionnalisation		0	0	10

Tableau 86 : Indicateurs des pratiques d'Anaïs pour l'ensemble des leçons observées

9.2.1 Niveau 1 des pratiques

Le niveau 1 correspond à l'installation de la « paix scolaire » (Charles-Pézard et al., 2012) au sens de paix sociale, caractérisée par l'adhésion des élèves au projet d'enseignement de l'enseignant. Anaïs effectue de nombreux rappels à l'ordre (entre 9 et 45 interventions par leçon – jusqu'à 14 % du temps de travail) pour faire adhérer les élèves aux activités demandées, pour rétablir une posture d'écoute et de travail. Une raison peut être le choix des dispositifs de travail en groupe et en ateliers dans lesquels les élèves sont laissés une grande part du temps en autonomie. Les élèves effectuent l'activité mathématique proposée et adhèrent globalement au projet d'enseignement malgré de nombreux rappels à l'ordre. Nous en déduisons que les pratiques d'Anaïs atteignent le niveau 1.

9.2.2 Niveau 2 des pratiques

Le niveau 2 des pratiques concerne le choix de problèmes avec un temps de réelle recherche pour les élèves. Pour les leçons observées, les élèves disposent d'un temps de recherche en atelier ou en groupe entre 43% et 78% du temps (Tableau 86). Les pratiques d'Anaïs atteignent partiellement ce niveau dans le sens où elle propose des moments de recherche pendant les leçons, mais les activités choisies ne sont pas toutes consistantes d'un point de vue mathématique (voir l'analyse de la composante cognitive en 9.1). Elle choisit un jeu de cartes (« Main pleine ») ou une activité qui présente un aspect ludique avec la manipulation du boulier (« Les 9 boules de cristal »). Son choix des activités est guidé par une des caractéristiques de ses pratiques qui est l'importance donnée à l'aspect du jeu.

Pour les leçons observées, le dispositif LS n'a pas eu d'effet sur ses pratiques dans ce niveau, ni sur le choix des activités mathématiques, ni sur le temps de recherche accordé aux élèves.

9.2.3 Niveau 3 des pratiques

Le niveau 3 des pratiques concerne la présence d'une mise en commun des procédures avec validation et explicitation.

Pour la leçon avant LS, Anaïs organise une mise en commun uniquement pour une partie de la classe (atelier 1) et les élèves présentent alors leurs solutions, explicitent leurs procédures et valident leurs réponses. Pour la leçon du cycle *a*, elle organise une mise en commun suite aux premiers blocages du jeu conformément au plan de leçon. Cette mise en commun vise à faire comprendre aux élèves qu'il faut effectuer des échanges de cartes pour débloquer des situations du jeu. Elle demande alors aux élèves de trouver des procédures pour débloquer la situation. La validation des procédures est à la charge des élèves le plus souvent et à la charge de l'enseignante lorsqu'elles sont hors règles du jeu (leçon 29:02-31:22). Pour la leçon après LS, elle n'organise pas de mise en commun des procédures des élèves.

Ainsi, les pratiques d'Anaïs atteignent partiellement le niveau 3 car elle n'organise pas de mise en commun pour chaque leçon observée et les mises en commun concernent seulement une partie de la classe pour la leçon avant LS. Néanmoins, lorsqu'elle organise une mise en commun, elle permet aux élèves d'exposer leurs procédures avec une validation de sa part ou de celle des élèves (pour deux leçons sur les trois). D'après ces analyses, le dispositif LS ne semble pas avoir eu d'effet notoire sur ses pratiques dans ce niveau.

9.2.4 Niveaux 4 et 5 des pratiques

Le niveau 4 concerne la hiérarchie des procédures des élèves par l'enseignante et la mise en place de phases de synthèses contextualisées et le niveau 5 la présence d'une institutionnalisation des savoirs ou des méthodes en jeu dans la situation, avec une décontextualisation et une dépersonnalisation, mais aussi une réorganisation des savoirs. Pour les leçons avant LS et du cycle *a*, Anaïs n'effectue ni synthèse contextualisée, ni institutionnalisation. Pour les trois leçons, elle ne hiérarchise pas les procédures des élèves lors des moments collectifs.

Pour la leçon avant LS, Anaïs compare les procédures des élèves et les fait valider par les élèves eux-mêmes lors de la mise en commun. Elle a le souci de faire expliciter les procédures des élèves et de ne pas les valider elle-même, mais de le faire faire par les élèves. Elle n'organise ni synthèse contextualisée ni institutionnalisation lors de cette leçon, ce qui était néanmoins possible à partir des procédures des élèves. La synthèse contextualisée pouvait porter sur l'organisation de la recherche de tous les nombres que l'on peut former avec au maximum neuf boules. Cette synthèse pouvait s'appuyer sur les procédures des élèves (par exemple, leçon 16:01-16:19 Lila : « j'ai commencé en essayant de faire un, deux, trois, quatre jusqu'à neuf, après je remets un dans les dizaines, un deuxième dans les dizaines, un troisième dans les dizaines, un quatrième dans les dizaines jusqu'à ce que... ».; ou 37:49-37:58). Et l'institutionnalisation pouvait porter sur l'aspect positionnel de la numération avec la lecture d'un nombre à deux chiffres représenté sur un boulier à deux tiges (puis son écriture en chiffre) et sur l'aspect décimal de la numération (qui se matérialise avec le fait que l'on ne puisse pas mettre dix boules sur la tige des unités).

Pour la leçon de recherche du cycle *a*, le GLS avait prévu que l'enseignante inscrive au tableau des égalités dans un registre mathématique et décontextualisées de l'activité. En ce sens, ces égalités constituent une institutionnalisation de la connaissance visée, à savoir une partie de l'aspect décimal du système de numération. Comme nous l'avons vu, l'enseignante n'a ni écrit ces égalités ni effectué d'institutionnalisation pendant cette leçon. Au contraire, elle a inscrit au tableau des égalités qui correspondent à la connaissance mathématique contextualisée avec les u et d encadrés, comme pour rappeler les cartes du jeu.

Pour la leçon après LS, Anaïs effectue une synthèse d'une activité enseignée par un autre enseignant (quatre problèmes multiplicatifs ou additifs) et réalise une institutionnalisation qui fait suite à plusieurs activités. Elle relie cette fiche d'institutionnalisation de manière explicite avec la synthèse sur les quatre problèmes multiplicatifs ou additifs (42:14-42:33), mais pas avec l'activité « Main pleine ». Les élèves ont donc à leur charge de faire les liens entre la fiche d'institutionnalisation et l'activité « Main pleine » : cette fiche d'institutionnalisation ne s'intègre pas dans un processus d'institutionnalisation suite à cette activité. Anaïs suit une progression commune à l'équipe enseignante de son établissement et proposer cette fiche d'institutionnalisation après plusieurs activités travaillant la multiplication relève d'un choix collectif. Nous allons analyser ce qu'il était possible d'effectuer comme synthèse contextualisée et comme hiérarchie des procédures à partir de l'analyse *a priori* et du contexte global *a posteriori*. La procédure optimale repose sur la définition et les propriétés de la multiplication (comme addition itérée) et sur la lecture des tables de multiplication. Comme les élèves de la classe sont en cours d'acquisition des tables de multiplication, effectuer les additions nécessite un coût cognitif important avec des possibilités d'erreurs de calcul. Identifier un produit dans une table de multiplication est une tâche de lecture et de reconnaissance qui peut peut-être présenter des difficultés pour certains élèves, mais demeure la procédure optimale pour les élèves qui ne se sont pas encore constitué un répertoire mémorisé de la multiplication. Une synthèse possible consiste à reprendre les quatre cartes d’une série et à souligner la définition de la multiplication comme addition itérée et ses propriétés.

Nous déduisons que les pratiques d’Anaïs n’atteignent pas les niveaux 4 et 5 en mettant en relation l’analyse *a posteriori*, ce que les élèves ont effectivement fait pendant les leçons et ce qu’il était possible de faire.

9.2.5 Conclusion sur l’analyse en niveaux des pratiques

Le Tableau 87 reprend pour chaque leçon les cinq niveaux de développement des pratiques d’Anaïs.

	Avant LS	Pendant LS	Après LS	Niveau de développement des pratiques
	« Les 9 boules de cristal »	« Un drôle de jeu de l’oie » Leçon de recherche cycle *a*	« Main pleine »	
paix scolaire	Les rappels à l’ordre sont nombreux (14% du temps)	Oui	Les rappels à l’ordre sont nombreux (11% du temps)	Niveau 1 oui
problèmes consistants avec temps de réelle recherche	oui : problème consistant et temps de recherche	problème consistant : choix du GLS oui : temps de recherche	non : activité non consistante oui : temps de recherche	Niveau 2 oui partiellement
présence de mise en commun des réponses	oui par atelier (non pour l’ensemble de la classe)	oui	non	Niveau 3 oui partiellement
avec validation	oui	oui	non	
avec explicitation des procédures des élèves	oui	oui	non	
hiérarchie des productions des élèves par l’enseignant	non	non	non	Niveau 4 non
phases de synthèses contextualisées	non	non	oui mais la synthèse ne porte pas sur l’activité « Main pleine »	
présence d’institutionnalisation du savoir ou de la méthode en jeu dans la situation	non	non	oui mais les liens entre l’activité « Main pleine » et la fiche d’institutionnalisation sont à la charge des élèves	Niveau 5 non

Tableau 87 : Niveaux de développement des pratiques d’Anaïs

Le choix d’enseignement par ateliers pendant la leçon avant LS a des implications sur cette catégorisation des pratiques. Le niveau 1 est atteint avec difficulté, de nombreux rappels à l’ordre sont nécessaires pour maintenir le travail des élèves car ceux-ci sont laissés en autonomie une grande partie du temps pour certain, néanmoins ils adhèrent globalement au projet d'enseignement d'Anaïs. Pour le niveau 2, les activités choisies n'offrent pas toutes la possibilité d'avoir une activité mathématique consistante pour les élèves. Néanmoins, les élèves ont un temps de recherche pendant chaque leçon. Pour le niveau 3, l'enseignante n'organise pas de mise en commun des procédures des élèves pour l'ensemble de la classe et après chaque activité proposée. Les niveaux 2 et 3 sont atteints partiellement et les niveaux 4 et 5 ne sont pas atteints. Cette analyse ne permet pas d'observer d'évolution des pratiques par un changement de niveau.

9.3 Processus de modifications

Dans cette partie nous allons mettre en perspective les analyses du processus de modifications de la tâche prescrite pour les trois leçons observées. Nous reprenons d'abord pour chaque leçon les analyses mathématiques de l'enseignante, puis les modifications apportées à la tâche prescrite et nous concluons sur le processus de modifications de la tâche prescrite : sur les sources qui ont joué dans sa représentation et sa redéfinition de la tâche et s'il y a eu une évolution dans la prise en compte de ces sources.

Analyses mathématiques d'Anaïs

Anaïs n'a pas réalisé de fiche de préparation écrite pour les activités « Les 9 boules de cristal » et « Main pleine » et ses analyses mathématiques de ces deux activités sont incomplètes. Par exemple pour l'activité « Main pleine », elle n'a pas identifié et pris en compte que les connaissances mathématiques en jeu étaient différentes dans le jeu de cartes bleues. De même pour l'activité « Les 9 boules de cristal », elle modifie le matériel en cours de leçon après l'intervention d'un élève sans prendre en compte l'impact de cette modification sur l'activité mathématique des élèves. Pour la leçon de recherche, elle a préparé la leçon et analysé l'activité avant de l'enseigner. Son analyse mathématique s'oppose à celle du GLS (même si elle en fait partie) : selon elle, rendre la monnaie implique d'effectuer des échanges (SC5 – 1:16:04-1:18:17). De ce fait, rendre la monnaie permet de travailler la connaissance mathématique visée. Elle modifie alors dans ce sens les règles du jeu pendant la leçon pour autoriser le rendu de monnaie.

Anaïs enseigne des activités qui figurent sur une progression commune et semble ne les analyser que partiellement avant de les enseigner. En revanche, elle a analysé pleinement l'activité de la leçon de recherche avant de l'enseigner, mais ses analyses sont entrées en contradiction avec celles du GLS. Et elle ne les remet pas en cause malgré les discussions qui l'y ont incitée (SC5 - 2:01:10-2:02:30). Nous en déduisons que ses analyses mathématiques priment sur celles du GLS.

Modifications de l'activité mathématique

Anaïs modifie et/ou ajoute des règles du jeu pour « Un drôle de jeu de l'oie... » et « Main pleine » dans l'objectif de privilégier l'aspect du jeu (notamment le fait que les élèves puissent continuer une partie) au détriment des apprentissages mathématiques. Elle modifie la contrainte du matériel pour « Les 9 boules de cristal » suite à une intervention d'élève et sans prendre en compte l'impact de cette modification sur l'activité des élèves.

Processus de modifications de la tâche prescrite

Pour les leçons de recherche et après LS, le processus de modifications de la tâche prescrite est initié par la priorité qu'Anaïs donne à l'aspect du jeu par rapport aux enjeux mathématiques. Elle n'investit pas l'analyse mathématique préalable et se conforme aux prescriptions du GLS. Ce qui est moteur dans la modification des tâches n'est pas son analyse mathématique mais l'aspect du jeu. Cette priorité à l'aspect du jeu, son manque d'analyse mathématique préalable et la conformité aux prescriptions du GLS sont les sources qui initient le processus de modifications de la tâche prescrite. Un paramètre à prendre en compte pour la conformité aux prescriptions du GLS est qu'elle enseigne la première leçon de recherche du dispositif. Le fait que la leçon soit observée par une dizaine de personnes, puis que le GLS en discute juste après peut impliquer qu'elle ne sache pas quelles libertés prendre par rapport au plan de leçon et à la préparation collective de la leçon. Elle suit ces prescriptions alors même qu'elles ne correspondent pas à ses pratiques ordinaires (pour la composition des groupes d'élèves) ni à ses analyses préalables (elle affirme avoir anticipé le manque de cartes « 1 unité » dans le matériel et n'a pas pris la liberté de modifier le matériel).

Pour la leçon avant LS, le processus de modifications de la tâche prescrite est initié par la prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon. Ainsi, les sources du processus de modifications de la tâche prescrite diffèrent pour les trois leçons sauf l'aspect du jeu qui est une source de ce processus tant pour la leçon de recherche que pour la leçon après LS. Nous en déduisons d'une part que le dispositif LS n'a pas eu d'effet sur l'importance donnée à l'aspect du jeu. De plus, la prise en compte de l'activité des élèves n'est plus une source du processus de modifications pour la leçon de recherche. Nous l'expliquons par le fait que la leçon de recherche a été préparée de manière approfondie, avec une anticipation de l'activité des élèves : de leurs procédures et difficultés. Ainsi cette prise en compte n'est plus une source du processus de modifications. D'autre part, nous ne pouvons pas analyser d'évolution par rapport aux sources : la prise en compte de l'activité des élèves (leçon avant LS), la conformité aux prescriptions et l'aspect du jeu (leçon de recherche), l'aspect du jeu (leçon après LS). En plus d'être une source du processus de modifications, l'aspect du jeu représente une caractéristique importante dans ses pratiques qui influe sur les composantes cognitive (choix des activités), médiative (les interventions de l'enseignante avec ses élèves) et personnelle. Cette caractéristique ajoutée à des analyses mathématiques incomplètes (pour la leçon avant LS) ou qui s'opposent à celles du GLS (pour la leçon de recherche) illustre une non prise en compte de certains apports mathématiques du dispositif LS (mis en évidence dans l'étude des composantes 9.1) et ainsi une stabilité de ses pratiques qui peut s'interpréter comme une certaine résistance à évoluer dans ses pratiques d'enseignement.

9.4 Bilan

Nous portons un double regard pour ressortir d'une part ce qui a été modifié lors de la leçon de recherche (à partir du profil des pratiques en cinq composantes décrites en 9.1 et de l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite en 9.3) et d'autre part comment ont été modifiées les pratiques ordinaires par le dispositif LS pour les leçons après LS (celle observée et celle non observée mais discutée en séance). Enfin, nous synthétiserons les résultats de nos analyses afin d'apporter des éléments de réponse aux questions de recherche dans le cas des pratiques d'Anaïs.

9.4.1 Modifications des pratiques pendant les leçons du dispositif

Lors de la leçon de recherche, certaines caractéristiques de la composante médiative des pratiques d'Anaïs sont modifiées : en apportant des aides collectives et en accordant une part plus importante du temps de travail en collectif. Le processus de modifications de la tâche prescrite a pour sources sa conformité aux prescriptions du GLS (elle ne fait pas de groupe d'élèves de niveaux homogènes, elle ne modifie pas le matériel alors qu'elle dit avoir vu le problème de conception) et l'aspect du jeu. La prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon n'est plus une source du processus de modifications pour la leçon de recherche.

9.4.2 Modifications dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Les analyses des données concernant les pratiques d'Anaïs ne nous ont pas permis de relever de modifications dans ses pratiques ordinaires suite à sa participation au dispositif LS. Nous avons néanmoins relevé une évolution de ses discours sur ses pratiques en tant que praticienne formatrice dans son travail avec sa stagiaire : nous n'avons en effet pas de données concernant son travail de praticienne formatrice avec sa stagiaire, nous n'avons accès qu'à ses discours sur ce travail.

9.4.3 Résistances dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Une résistance se situe au niveau de la composante médiative des pratiques d'Anaïs : elle n'apporte pas d'aides collectives aux élèves. Comme nous l'avons vu, il s'agit d'un choix volontaire et explicité par l'enseignante en accord avec sa représentation de l'enseignement. Elle a pu constater par elle-même l'échec de ce choix lorsqu'elle a enseigné l'activité « Promotion ». Néanmoins, elle n'a pas remis en question son choix même si elle y a été incitée par le GLS et malgré le travail collectif approfondi sur les aides à apporter aux élèves pour cette même activité « Promotion » et pour une autre activité lors des cycles *c* et *d*.

9.4.4 Éléments de réponses aux trois questions de recherche dans le cas d'Anaïs

Nous apportons à présent des éléments de réponse aux trois questions de recherche de cette étude dans le cas des pratiques d'Anaïs.

Question 1. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

L'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite a mis en évidence que les sources de ce processus diffèrent pour les leçons observées, hormis la source portant sur l'aspect du jeu. Nous avons déduit de ces analyses que le dispositif LS n'a pas eu d'effet concernant cette source du processus de modifications et qu'il y avait une résistance dans les pratiques d'enseignement d'Anaïs à prendre en compte les apports mathématiques et didactiques du dispositif LS.

Question 2. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?

L'analyse en i-genre a montré que les pratiques d'Anaïs se rapprochent du i-genre 2, i-genre caractérisé par des scénarios d'enseignement faisant une part importante à la présentation collective des activités, par une individualisation des itinéraires cognitifs et des aides apportées par l'enseignante, et dans lesquels les phases de synthèse, de bilan et d'institutionnalisation sont peu présentes. Par ailleurs, ses pratiques atteignent partiellement les niveaux 2 et 3 de développement en référence au i-genre 3. De ces analyses, nous n'avons pas relevé d'évolution des pratiques de l'enseignante au cours du dispositif.

Question 3. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

L’analyse en composantes a révélé une évolution de la composante sociale des pratiques d’Anaïs, en particulier dans son rôle de praticienne formatrice, mais n’a pas permis de mettre en évidence d’évolution concernant les quatre autres composantes. Par ailleurs, cette analyse a mis en évidence des résistances dans ses pratiques d’enseignement au niveau de la composante médiative (concernant les aides collectives). Ces résistances peuvent être expliquées par sa composante personnelle, en particulier par sa représentation de l’enseignement des mathématiques qui relève d’une doxa dans laquelle les élèves doivent être en activité avec peu d’aide de sa part.

Chapitre 10. Dans le cas d'Océane[52]

10.1 Analyse en composantes des pratiques

Nous avons analysé les interventions d'Océane lors des séances des quatre cycles ainsi que lors des leçons observées dans sa classe : une avant le dispositif, la leçon du cycle *a*, la leçon de recherche en deux phases du cycle *b* et une après le dispositif.

L'objectif de cette partie 10.1 est d'une part de caractériser les cinq composantes de ses pratiques, afin de relever ce qui a été modifié lors des leçons pendant le dispositif (leçon de recherche et cycle *a*) et ce qui est invariant pour les leçons observées avant et après le dispositif. Pour repérer des invariants à partir de deux leçons, nous confrontons nos analyses des pratiques effectives avec les discours d'Océane sur ses pratiques. Cette caractérisation des pratiques et de ses invariants a aussi pour objectif de dresser un profil de ses pratiques qui permettra de comprendre et d'expliquer les évolutions et résistances observées dans les niveaux de développement associé au i-genre 3 ainsi que dans le processus de modifications de la tâche prescrite.

Cette partie vise à apporter des éléments de réponse à la question de recherche : comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

10.1.1 Composante cognitive

10.1.1.1 Choix des activités

Pour les deux leçons observées avant et après LS, nos analyses[53] ont montré que les activités choisies par Océane sont consistantes d'un point de vue mathématique : « La face cachée » qui est un jeu avec des règles complexes dans lequel les élèves doivent mettre en œuvre une démarche de résolution pour la leçon avant LS et le problème « Plions » pour la leçon après LS.

Par ailleurs dans ses pratiques ordinaires, Océane décline une même activité en variant les données numériques à partir d'une activité originale (SC20 - 30:24 - 30:33 « est-ce que tous les jours on devrait faire le même type de problèmes en changeant un petit peu ? Mais... moi, je crois que c'est ça » ; SC29 - 1:12:36 - 1:13:14 « on fait les mêmes problèmes avec des

[52] Nous avons repris des éléments du cadre théorique (chapitre 2), de notre méthodologie (chapitre 5) et de l'analyse des pratiques d'Océane et de leurs évolutions (chapitres 7 et 10) dans un article en anglais (Batteau, 2017).

[53] Voir les analyses *a priori*, 7.1.2 et 7.4.2.

nombres différents pendant des jours et des jours. [...] On n'a pas le temps d'en faire assez »). Océane semble ainsi choisir des activités consistantes, mais aussi privilégier des activités répétitives. Maintenant, nous allons voir ce que le dispositif LS a modifié dans le choix des activités.

Évolution des pratiques sur le choix des activités

Le dispositif LS a pour effet qu'Océane va davantage analyser mathématiquement les activités et ses analyses vont influencer le choix des activités. Elle relève elle-même une évolution dans sa préparation des leçons suite au dispositif LS (SC33 - 58:40 - 59:02 « Déjà le faire, parce que souvent on prenait ces exercices et puis, on se dit « ah mais c'est comme ça et comme ça » [...] On ne les faisait pas forcément. Et c'est en les faisant qu'on se rend compte déjà de quelques difficultés »).

Les effets du dispositif LS se manifestent par trois changements sur le choix des activités :

- abandonner des activités inintéressantes
- réinvestir des activités qu'elle trouvait auparavant inintéressantes et ceci grâce à ses analyses mathématiques (et celles du GLS)
- investir de nouvelles activités qui lui semblaient trop risquées auparavant

Nous allons illustrer chacun de ces trois changements.

1. Abandonner des activités inintéressantes

Océane ne choisira plus certaines activités qui peuvent porter à confusion sur la notion de symétrie axiale (« Une ombre au tableau » Annexe 32 - SC14 - 26:12 - 26:18 « la fiche qu'on fait, parce que c'est dans le programme mais que je ne referai plus non plus »). Cette intervention indique qu'elle a choisi cette activité uniquement car elle est présente dans les MER, ce qu'elle traduit par « dans le programme ». Or, « Une ombre au tableau » n'est pas une activité qui fait travailler des connaissances à acquérir en accord avec le PER pour le niveau 6H. D'ailleurs, le manuel Balises (voir Annexe 21) recommande également de ne pas l'enseigner et de choisir une autre activité à enseigner à la suite d'« Aquarium ». Ainsi, elle suit les recommandations du GLS et choisit de ne plus enseigner « Une ombre au tableau ».

2. Réinvestir des activités

Océane choisit d'enseigner à nouveau l'activité « Dans l'aquarium », version adaptée de la version originale « Aquarium » alors qu'avant le dispositif LS elle l'avait délaissée. En la préparant lors du cycle *b*, elle se l'est appropriée : elle a eu « une révélation », a « compris beaucoup de choses » et à présent cette activité a du sens pour elle, de plus, elle parvient à amener ses élèves vers les apprentissages qu'elle vise (SC14 - 32:11 - 32:20 « Si, je vais la refaire. Je pense qu'avant j'appréhendais » ; SC13 - 1:54:43 - 1:55:28).

3. Investir de nouvelles activités

Le dispositif LS a représenté pour Océane une opportunité de travailler collectivement des activités qui lui posaient des difficultés. Elle explique qu'elle n'enseigne pas certaines activités, comme « Promotion »[54] car elle les trouve trop difficiles et qu'elles lui posent problème, mais qu'elle souhaite justement travailler sur des activités qui lui posent problème dans le cadre de ce dispositif (SC19 – 56:50 – 57:05).

Le dispositif LS a eu un effet directement sur les activités discutées et travaillées pendant le dispositif (« Une ombre au tableau » et « Dans l'aquarium »), mais aussi sur le choix des activités et en particulier sur les problèmes qu'elle n'enseignait pas auparavant car elle les jugeait « trop difficiles » (SC29 - 1:18:31 - 1:20:23).

> SC29 - 1:18:31 - 1:20:23 Océane : Il y a beaucoup de problèmes où on se dit « ouh là, celui-là je n'ose même pas m'y mettre, celui-là ouh là ». Il y en a plein. [...]
> Océane : moi, cette année avec mes élèves, je prends le livre de maths et je fais plein de choses que je ne faisais pas avant, justement.
> Anaïs : T'as osé.
> Océane : Ouais, j'ai osé.
> Stéphane : C'est le fait d'oser ou c'est le fait d'y voir de l'intérêt en termes d'apprentissage ?
> Océane : Ouais voilà, je trouve qu'ils [ses élèves] ont de l'intérêt, c'est des chercheurs... Et puis moi, j'y trouve mon intérêt, je dis : « ah mais, on va voir si on est capable de faire ça, allez on se lance ». Et puis des fois, on y arrive et puis des fois, on n'y arrive pas. Et puis des fois, on laisse tomber. Et puis des fois, ils viennent, ils demandent et puis des fois, je fais une mise en commun au bout de deux jours.
> Anne : Mais c'est vrai, parce que là, t'as trouvé un intérêt à faire ça, un enjeu.
> Océane : Oui voilà, parce que je me dis mais... des choses qui me semblaient difficiles, je me disais : « oh là là ! mon Dieu ». Maintenant, je me dis : « pourquoi pas ? Allons-y ». C'est intéressant de voir et puis ce n'est pas moi qui dois être la personne référente, on essaye et puis on regarde et puis des fois ça marche, des fois ça ne marche pas. Mais à part ça, c'est parce que c'est une équipe qui marche bien qui avance très bien et je sens qu'ils s'ennuient autrement. Et puis du coup, je me dis on va s'amuser, mais c'est rare hein.
> Anne : En fait, si tu y prends goût, tu y arriveras.
> Océane : Ouais, on fait des énigmes, comme ça. C'est eux qui proposent. Ça c'est une situation un peu plus compliquée, parce que moi, j'ai un mari qui s'est formé aux mathématiques aussi alors je lui pose des questions des fois.

Cette intervention illustre une évolution de la composante cognitive des pratiques d'Océane, en particulier sur le choix des activités, mais également un changement de posture comme enseignante, ce qui traduit également une évolution de sa composante personnelle. Dans ce changement de posture, elle ne se positionne plus comme « personne référente », c'est-à-dire détenant les connaissances, mais comme chercheuse au même titre que ses élèves, avec le

[54] Voir la Figure 36 (ou l'annexe 35). Cette activité a été travaillée lors du cycle *c* et enseignée en leçon de recherche.

droit de trouver ou non la solution des problèmes et énigmes. Dans sa composante sociale, elle trouve des ressources et pose des questions mathématiques également dans son cadre familial.

La façon qu'a Océane d'opérer le choix des activités confirme l'évolution de sa composante cognitive, mais également de sa composante personnelle (SC32 - 1:24:38 - 1:25:04 « maintenant je n'ai pas peur, je me lance »).

Limite de cette évolution des pratiques

Océane souligne elle-même une limite à cette évolution dans le sens où cela lui semble difficilement réalisable de ne choisir que des activités de type situation-problème dans le contexte de ses pratiques ordinaires (SC32 - 1:24:38 - 1:25:04 « Mais c'est vrai que si on est à plusieurs des fois, c'est plus simple parce que si on réfléchit à une ou deux tâches, on ne va pas toutes les faire comme ça »). Nous soulignons que cette évolution de la composante cognitive entre la 1ère année et la 2ème année du dispositif se produit également avec un changement d'école qui amène une amélioration du contexte d'enseignement. Ce facteur a peut-être joué également un rôle dans cette évolution. Ajoutons que cette évolution dans le choix des activités s'accompagne d'une proposition des problèmes à l'ensemble de la classe et non seulement à quelques élèves qui présentent des facilités, ce qui était le cas au début du dispositif. Par exemple, elle réservait l'activité « Promotion » uniquement aux « bons [élèves] pour qu'ils fassent des recherches un moment tout seul dans leur coin » (SC19 – 50:37 – 50:47), maintenant elle l'enseigne à toute la classe. Mais lors de la dernière séance du dispositif (SC34 – 40:43 – 42:14), elle explique que ce problème reste le plus difficile à enseigner, le problème « le plus abstrait » et elle rajoute qu'elle devra encore « beaucoup réfléchir » avant de l'enseigner. Son intervention par rapport à « Promotion » montre que même après deux leçons de recherche utilisant ce problème, elle doit encore progresser quant à l'appropriation et l'approfondissement du travail collectif avant de l'enseigner.

10.1.1.2 Organisation des activités

Océane choisit des activités qui présentent des difficultés croissantes et qui isolent les difficultés entre elles. Par exemple, elle propose deux activités à faire avant le problème « Promotion » (SC24 - 19:57-20:29) : une première activité a pour objectif de faire comprendre aux élèves le mot « avantageux ». On donne un même nombre de ballons dans trois situations avec trois prix différents et il s'agit de demander quel est le type d'emballages le plus avantageux. Dans une deuxième activité, il faut comparer trois situations de proportionnalité en donnant le nombre de ballons à acheter (SC24 - 15:00-15:05 « je dirais que s'il y a un nombre de ballons à chercher pour moi, c'est beaucoup plus simple »). Enfin, elle suggère de proposer en dernier l'activité « Promotion » comme proposée par le GLS. La première activité proposée se réduit à comparer trois prix et à déterminer lequel des trois est le plus petit et ainsi de conclure sur l'emballage le plus avantageux. Cette première activité n'est pas un problème, il n'y a pas de démarche de résolution à mettre en œuvre par les élèves, il permet juste de mettre en situation le terme « avantageux ». La deuxième activité proposée est une version simplifiée de l'activité proposée par le GLS.

Le choix d'organiser une progression des activités par difficulté croissante, en isolant les difficultés peut s'expliquer par sa composante sociale des pratiques, dans le sens où elle enseigne dans une classe avec des élèves qui présentent des problèmes de comportement. Mais cela est aussi lié à sa composante médiative, car elle a le souci d'aider tous ses élèves sans exception (SC20 - 24:32 - 24:35 « On ne peut pas se satisfaire parce qu'on avance avec quatre-vingt pour cent de la classe »).

Océane questionne le choix d'organisation des activités et se montre en faveur d'enseigner deux activités en parallèle, puis attends quelques séances pour laisser le temps aux élèves avant de les reprendre (SC20 - 30:08 - 30:21). Cette position entre en contradiction avec une autre de ses interventions dans laquelle elle explique que lorsqu'elle commence une activité, elle a envie de la finir sans différer la suite de l'activité à un autre moment (SC19 - 40:07 - 40:18).

Océane effectue des liens entre les activités : elle relie les connaissances en jeu dans les activités. Par exemple, l'activité « Dans l'aquarium » « résume » toutes les isométries travaillées séparément dans d'autres activités (SC10 – 1:08:18 -1:08:36 et SC11 – 8:43 - 9:28). De plus, les différentes isométries n'avaient aucun lien entre elles auparavant (SC11 - 5:21 - 5:47). Elle compare également l'activité « Promotion » et une autre activité « Arthur »[55] : selon elle la deuxième est plus facile à enseigner car on peut apporter des aides aux élèves avec du matériel (SC29 - 53:49 - 53:52). Ainsi, elle est sensible à l'organisation des activités dans une progression (SC19 - 52:42 - 52:48 « je me sens plus démunie par rapport à « Promotion » parce qu' « Arthur » j'arriverais à expliquer mais... [...] si tu prends « Population » après « Arthur » ils ne pigent pas, tu te dis t'es passé à côté d'« Arthur », c'est

[55] L'activité « Arthur » est un problème additif dans lequel on connaît la somme (1546 francs) et quatre termes (800, 332, 168, 194) et dans lequel il faut retrouver le terme manquant. Les démarches possibles sont soustraire successivement chacun des quatre termes à la somme, effectuer une addition lacunaire ou à trou, additionner les quatre termes, puis les soustraire à la somme.

du même genre »). Elle relie aussi les démarches à mettre en œuvre dans les activités par exemple pour « Les 99 carrés »[56] et « Plions » (SC29 - 14:04 - 16:40).

> SC29 - 14:04 - 16:40
> Océane : Ouais, mais il a fallu arriver jusqu'à... cinq plis et puis qu'ils voient que c'était physiquement plus possible.
> Stéphane : À la limite c'est plus facile de construire les nonante-neuf carrés que de...
> Océane : Mais la démarche, j'ai l'impression que c'est assez semblable. [...]
> Océane : Mais la démarche est la même dans le sens où... ils ont une hypothèse et puis c'est comme ça et même si on leur demande de vérifier... non, on est sûr.

Océane a enseigné l'activité « Plions » pendant la leçon après LS observée et une première fois la 2ème année du dispositif (non observée). Cette intervention illustre le fait qu'elle expose et partage ses analyses de cette leçon en séance, notamment sur les procédures mises en œuvre par les élèves. Elle compare aussi les démarches à mettre en œuvre dans les deux activités « Les 99 carrés » et « Plions ».

10.1.1.3 Bilan des analyses de la composante cognitive

La composante cognitive des pratiques d'Océane est caractérisée par le fait qu'elle choisit des activités :

- consistantes d'un point de vue mathématique
- similaires dans lesquelles elle fait varier les nombres en jeu par exemple
- de difficultés croissantes et qui isolent les difficultés

Océane établit des liens entre les activités tant au niveau des connaissances en jeu, qu'au niveau des démarches à mettre en œuvre. Elle remet en question ses pratiques par rapport à l'organisation des activités et se pose ce type de questionnement : vaut-il mieux enseigner deux activités en parallèle puis laisser un temps avant de les reprendre ? Vaut-il mieux enseigner une activité à la fois ?

Elle a exprimé sa volonté de développer ses pratiques par rapport aux choix des activités en souhaitant se confronter collectivement à une activité « difficile » (« Promotion ») qu'elle mettait de côté ou proposait à quelques élèves en autonomie. Ainsi, nous relevons une évolution de sa composante cognitive par rapport au choix des activités : elle choisit d'exclure de son enseignement une activité déconseillée par le GLS et de réintroduire une activité qu'elle avait mise de côté. Avant le dispositif, elle réservait les « exercices de recherche » à certains élèves et les « exercices d'application » à toute la classe (SC32 - 27:22 - 28:28). À présent, elle choisit d'enseigner des situations-problèmes à toute la classe, ce qu'elle ne faisait pas car elle les jugeait difficiles, ou alors elle ne les proposait qu'à certains élèves en

[56] Voir Annexe 39. Le problème « Les 99 carrés » a été enseigné lors du cycle *d* en leçon de recherche.

autonomie. Cette évolution de la composante cognitive s'accompagne d'une évolution de sa composante médiative car en plus de choisir d'enseigner des problèmes, elle les enseigne à l'ensemble de la classe en organisant une gestion collective du travail notamment par des aides collectives et une mise en commun des procédures des élèves. Cette évolution dans le choix des activités s'accompagne également d'une évolution de sa composante personnelle dans le sens où elle exprime un changement de posture de « personne référente » à chercheuse face au problème avec le droit de trouver ou non la solution.

Un facteur a pu jouer sur cette évolution : elle a changé de contexte d'enseignement entre la 1ère et la 2ème année du dispositif en soulignant que dans son nouveau contexte d'enseignement les élèves ont une posture de chercheurs (SC29 - 17:45 - 17:57 « Ils sont assez chercheurs, ils aiment bien ») et qu'il n'y a plus de problème de gestion de classe.

Cette évolution quant aux choix des activités est limitée d'une part car elle n'est pas généralisée à l'ensemble des activités qu'elle va enseigner et d'autre part car elle questionne le fait d'organiser ces activités de recherche en demi-classe pour faire des relances individuelles en laissant l'autre demi-classe en autonomie sur des exercices d'application (SC32 - 25:13 - 25:49 « peut-être faire ces recherches avec une demi-classe, pendant que l'autre demi-classe fait des exercices d'application, où [dans la partie recherche] on peut être justement plus dans la relance individuelle »).

Nous relevons un dernier élément lié à l'évolution de la composante cognitive : à présent, elle effectue elle-même les activités avant de les enseigner ce qui lui permet d'identifier les difficultés des élèves (SC33 - 58:40 - 1:00:33).

En conclusion sur cette composante cognitive, le dispositif LS a eu un effet par rapport au choix des activités mais Océane questionne les modalités d'organisation liées à l'enseignement de situations-problèmes. L'évolution de cette composante s'accompagne d'évolutions dans les autres composantes médiative (enseignement des problèmes à tous les élèves), personnelle (changement de sa posture) et sociale (changement de contexte d'enseignement) mais aussi de questionnements quant aux modalités d'organisation : en classe complète avec tous les élèves en même temps ou en demi-classe sur deux activités différentes une de recherche et une d'application, ce qui ressemble à une forme sociale « en ateliers », comme observée lors de la leçon avant le dispositif.

10.1.2 Composante médiative

10.1.2.1 Choix de l'enseignante correspondant aux déroulements

Différences entre les leçons observées pendant le dispositif et celles avant et après le dispositif

Une différence porte sur la forme de travail en « ateliers » qui a été observée uniquement pendant la leçon avant LS.

Une autre différence porte sur les synthèses qui ont été observées uniquement pendant les leçons du dispositif et sur l'institutionnalisation qui a été observée uniquement pendant la leçon de recherche. Océane le confirme d'ailleurs en disant qu'elle effectue des « constats » dans ses pratiques ordinaires, ce que nous nommons des synthèses contextualisées, mais pas d'institutionnalisation (SC11 - 5:08.3 - 5:47 « j'ai beaucoup réfléchi à cette fiche (*« Dans l'aquarium »*) et je me suis dit que toutes les fiches qu'on a faites jusqu'à maintenant, on n'a jamais institutionnalisé quelque chose. [...] j'ai jamais fait un constat, oui, un constat oral, disons [...] mais sans donner, institutionnaliser ces différentes transformations »).

Lors du processus de dévolution

Océane explique la consigne et la « décortique » dans le but qu'elle soit comprise par tous les élèves (SC1 - 1:12:51 - 1:13:17 « il y a des problèmes comme ça. La compréhension de la consigne qui est très difficile. [...] Nous, on doit décortiquer cette compréhension de consigne et voilà on leur mâche un peu le travail »). Elle précise aussi qu'elle n'interprète pas la consigne, c'est-à-dire qu'elle ne donne pas d'indice pour ne pas induire la solution (SC33 - 58:40 - 1:00:33).

Recherche des élèves

Océane laisse entre 23 et 50% du temps de travail pour la recherche des élèves mais ce n'est pas suffisant selon elle et précise que ce sont des raisons de gestion de classe qui la guident (SC33 - 16:45 - 17:23). Elle demande aux élèves d'expliciter leurs procédures afin de pouvoir les vérifier (SC29 - 34:09 - 34:22).

Mises en commun

Lors des leçons observées, Océane organise des mises en commun pendant lesquelles les élèves doivent être capables d'expliquer leur procédure (SC8 - 1:08:07-1:08:31 ; SC11 - 36:41-36:44 ; SC12 - 15:01 - 15:16). Elle les organise en cours de recherche pour permettre d'une part aux élèves qui n'auraient pas compris de commencer une des démarches présentées, et d'autre part pour ceux qui auraient présenté leurs procédures et fini l'activité de commencer une autre activité, « exercice de recherche » (SC30 - 47:26 - 48:01 ; SC32 - 27:22 - 28:28). Elle choisit les élèves qui présenteront leur procédure dans le but de représenter la diversité des procédures mises en œuvre (SC13 - 1:52:15 - 1:52:17). Elle intervient pour valider ou invalider les procédures (aspect calculatoire), mais pas sur les procédures en elles-mêmes (hormis pour les leçons observées pendant le dispositif).

10.1.2.2 Choix de l'enseignante par rapport à l'accompagnement de l'activité des élèves

Nous comparons les leçons observées dans la classe d'Océane et nous précisons que ces leçons sont de même type, avec des activités consistantes.

Interventions de l'enseignante

En % du temps de travail arrondi à l'unité	avant LS	cycle *a*	cycle *b* phase 1	cycle *b* phase 2	après LS
Interventions d'Océane					
pendant la prescription	10	9	10	7	12
pendant les moments de recherche	32	21	44	20	25
pendant des mises en commun	9	17	11	10	35
Interventions des élèves					
pendant la prescription	5	6	3	0	3
pendant les moments de recherche	18	14	6	3	6
pendant les mises en commun	12	11	7	5	8

Tableau 88 : Evolution du temps de parole d'Océane et des élèves pendant les différents moments des leçons

Les interventions d'Océane évoluent suite au dispositif LS en fonction du type de moment de la leçon : elle intervient davantage lors des mises en commun. Le temps de paroles des élèves a tendance a diminué pendant les moments de recherche et les mises en commun.

Aides apportées par l'enseignante aux élèves

À partir du Tableau 89 et de la répartition des aides personnelles et collectives (voir Annexe 52), nous caractérisons les aides qu'Océane apporte aux élèves et illustrons ces analyses avec ses discours pendant les séances LS.

Nombre d’occurrences (% du temps de travail, arrondi à l’unité)	avant LS	cycle *a*	cycle *b* phase 1	cycle *b* phase 2	après LS
Aides collectives d’Océane (AIDC0)					
pendant la prescription (PRESC)	0	2	2 (1%)	0	15 (2%)
pendant les moments de recherche (REC)	0	0	4 (5%)	1 (0%)	5 (3%)
pendant les mises en commun (MEC)	27 (7%)	24 (7%)	26 (7%)	2 (1%)	3 (1%)
pendant la synthèse (SYN)	0	19 (3%)	0	0	0
Aides collectives d’Océane (AIDC0)					
pendant le travail en atelier	0	0	0	0	0
pendant le travail en collectif	27 (7%)	45(11%)	31 (10%)	2 (1%)	22 (6%)
pendant le travail en groupe	0	0	0	0	1 (1%)
pendant le travail individuel	0	0	1 (3%)	1 (0%)	2 (1%)
Aides personnelles d’Océane (AIDP0)					
pendant la prescription (PRESC)	0	0	0	0	0
pendant les moments de recherche (REC)	53(22%)	22 (3%)	48 (16%)	15 (9%)	28(10%)
pendant les mises en commun (MEC)	0	0	0	0	0
pendant la synthèse (SYN)	0	0	0	0	0
Aides personnelles d’Océane (AIDP0)					
pendant le travail en atelier	56(23%)	0	0	0	0
pendant le travail en collectif	0	0	0	0	1 (0%)
pendant le travail en groupe	0	22 (3%)	0	0	9 (2%)
pendant le travail individuel	0	0	48 (16%)	15 (9%)	18 (7%)

Tableau 89 : Nombre d’aides d’Océane aux élèves aux différents moments des leçons

Océane ne réduit pas ses exigences mathématiques que ce soit pour les aides personnelles ou collectives pour les cinq leçons observées. Lors des leçons avant le dispositif LS et du cycle *a*, elle n’apportait pas d’aides collectives aux élèves pendant les moments de recherche, mais pendant les mises en commun (et pendant la synthèse et la prescription pour la leçon du cycle *a*). À partir de la leçon de recherche du cycle *b*, elle a modifié ses aides collectives : elle les apporte pendant les moments de recherche et presque plus pendant les mises en commun.

À partir de la leçon de recherche du cycle b, Océane apporte des aides collectives aux élèves lors des moments de travail collectif mais aussi individuel et en groupe. Elle prend des informations sur l’activité des élèves lorsqu’ils travaillent individuellement ou en groupe, puis arrête la classe pour apporter une aide collective. Cette caractéristique n’a pas été observée lors des leçons avant LS et du cycle *a*. Nous soulignons qu’elle organisait rapidement une mise en commun lorsque les élèves avaient des difficultés ou pour des raisons de gestion de classe (SC32 - 27:46 - 28:28 « on a tendance avec ceux qui ne font rien et qui font du bruit à vite faire une mise en commun ») et suite au dispositif, elle propose une aide collective pendant un moment de recherche plutôt que pendant les mises en commun.

Les aides personnelles sont apportées aux élèves uniquement durant les moments de recherche, indépendamment de la modalité de travail (atelier, groupe, collectif, individuel) et sans réduction des exigences mathématiques.

Océane a le souci d'aider ses élèves, de chercher ce qui peut ou non être une aide pour eux (SC8 - 35:37 - 35:42 ; SC27 - 1:08:44 - 1:09:29), de choisir les moments pendant lesquels elle apporte des aides et des effets que cela produit sur l’activité des élèves (SC29 - 55:09 - 55:53). Elle accompagne l’activité des élèves en leur apportant des aides (SC29 - 1:11:06 - 1:11:22 « tu le guides et c'est lui qui doit chercher mais... tu le guides dans la direction ») et ceux-ci doivent vérifier et trouver eux-mêmes les réponses (SC29 - 1:09:00 - 1:09:09). Les aides qu’elle apporte aux élèves relèvent d’un guidage et d’un accompagnement de leur activité (SC29 - 55:09 - 55:50 ; SC29 - 1:11:06 - 1:11:22) car d’une part, elle n’intervient que lorsqu’ils en ont besoin et d’autre part les aides qu’elle apporte ne doivent pas devancer leurs initiatives (SC27 - 1:09:06 - 1:09:25 « Et ceux qui démarrent pas, on peut leur dire : « qu'est-ce qui t'embête ? Qu'est-ce qui fait que tu... ? Qu'est-ce qui fait que tu ne peux pas commencer ? De quoi est-ce que tu aurais besoin ou... ? » Mais que ça vienne d'eux. Bah du style : « j'ai besoin de matériel ou j'ai pas compris ça »). Cette intervention illustre son positionnement qui est un compromis entre aider ses élèves et les laisser trouver par eux-mêmes les procédures voire même le matériel qu’ils pourraient utiliser pour résoudre le problème. Cette intervention témoigne aussi d’une certaine représentation de l’enseignement relevant d’une doxa dans laquelle l’enseignant devrait se positionner en retrait, laissant l’élève en autonomie face aux situations dans lesquelles émergeraient d’elles-mêmes les connaissances.

Pour la leçon après LS, Océane a anticipé et préparé une aide collective à la représentation du problème : un tableau à deux colonnes. En imposant ce tableau aux élèves, elle ne résout pas le problème à la place des élèves et ne donne pas d’indice sur la solution. En revanche, cette aide induit une procédure numérique et impose sa modélisation du problème, cette modélisation du problème réduit ainsi l’activité mathématique des élèves. Or lors des deux cycles sur la résolution de problèmes, un travail collectif a été effectué sur les aides à apporter aux élèves sur la représentation de problème, en utilisant principalement l’article de Julo (2002) et les commentaires du manuel scolaire français Euromaths de CM1 (Peltier et al., 2006, pp. 16-17; 68-69; 97-98). Les enseignantes du GLS ont lu cet article et en ont discuté en séance (SC19) et l’un des aspects mis en avant dans l’article de Julo (2002) est que les aides théoriquement « doivent répondre aux trois critères suivants : l’aide ne contient pas d’indices sur la solution, l’aide n’oriente pas vers une procédure de résolution, l’aide ne suggère pas une modélisation du problème » (p. 45). Cet aspect est repris et expliqué par l’un des facilitateurs en séance (SC18 – 1:42:33 – 1:46:03). Nous voyons ainsi que pour cette leçon, Océane a adapté ce travail collectif, mais en s’éloignant des recommandations sur des éléments essentiels (« l’aide n’oriente pas vers une procédure de résolution, l’aide ne suggère pas une modélisation du problème »).

10.1.2.3 Bilan des analyses de la composante médiative

Invariants de la composante médiative

Océane a le souci d'accompagner l'activité de tous les élèves ce qui se traduit au niveau du processus de dévolution par une attention particulière pour expliquer la consigne sans induire de procédure. Au niveau des mises en commun, elle demande aux élèves d'expliciter leur procédure et choisit les élèves pour présenter leurs procédures. En ce qui concerne les aides personnelles et collectives, elle ne réduit pas ses exigences mathématiques. Elle accompagne l'activité des élèves en apportant des aides, mais il reste à la charge des élèves de trouver la solution et de la vérifier.

Différences entre les leçons pendant le dispositif et les deux autres

Océane n'a organisé une institutionnalisation que pour la leçon de recherche conformément au plan de leçon et pas lors des autres leçons observées. Lors des mises en commun pour les leçons pendant le dispositif, elle intervient sur les procédures en elles-mêmes et leur validation alors qu'elle n'intervient que sur la validation des procédures lors des deux autres leçons.

Bilan

Le dispositif LS a un effet sur sa composante médiative car Océane propose des aides collectives lors des moments de recherche et de moins en moins pendant les mises en commun. En revanche, nous n'avons pas observé d'évolution dans ses interventions lors des moments collectifs de mise en commun ou d'institutionnalisation alors même que la leçon de recherche qu'elle a enseignée concernait ces moments particuliers de la leçon.

10.1.3 Composante personnelle

10.1.3.1 Représentation de l'enseignement des mathématiques

Dans sa représentation de l'enseignement des mathématiques, le fait que les élèves soient actifs prime sur les apprentissages mathématiques des élèves, comme l'illustre l'extrait ci-après. Dans cet extrait, l'objectif de la première leçon de recherche du cycle *a* était que les élèves réalisent des échanges de cartes lorsqu'ils étaient « bloqués » ce qu'Océane constate effectivement. Néanmoins, elle relève qu'« ils n'ont pas été très actifs » (SC5 - 52:21 - 52:58 « ils étaient au clair et ils ont bien joué aussi mais ça leur prenait un temps fou parce que le banquier, ah c'est moi qui donne, ah c'est toi qui donnes. Et puis, à un moment donné, il a été bloqué. Et puis, effectivement, il n'avait pas assez d'unités. Mais, il a fait un échange avec un autre. Il a donné dix unités, il lui a donné une dizaine. Donc ils ont joué mais par contre, ils ne sont pas allés très loin dans le jeu. Ils ne sont pas allés très loin parce que ça prend beaucoup d'échange, beaucoup de donner et me redonner. Et je pense que eux, ils n'ont pas été très actifs »).

Lors de la préparation de la leçon de recherche du cycle *b* (SC12 - 20:41 - 20:44), Océane insiste davantage sur la quantité de poissons produits que sur l'apprentissage lié aux transformations géométriques. De même lorsqu'après la leçon de recherche, elle se dit satisfaite de la leçon par rapport au nombre de poissons produits par les élèves (SC13 - 16:42 - 17:04 ; SC13 - 27:29 - 27:40). Ces extraits illustrent que dans sa représentation, les élèves apprennent en étant actifs, en manipulant, en faisant par eux-mêmes (SC2 - 50:17 - 50:18). De plus dans son enseignement, elle a le souci de maintenir l'envie et la motivation des élèves (SC8 - 1:07:39 - 1:07:48).

La représentation de l'enseignement et de l'apprentissage d'Océane relève d'une doxa dans laquelle les élèves apprennent en interaction avec leurs pairs, un élève apprend en voyant un autre jouer et les élèves doivent expliquer leur démarche (SC4 - 57:17 - 57:18 « oui, mais l'autre il apprend en voyant l'autre jouer » ; SC30 - 56:51 - 57:03 « ils [les élèves] vont faire un début et puis les autres vont aider [...] c'est une coconstruction »). Dans cette doxa, il faut aussi que « ça vienne des enfants » : les nouvelles notions ou les termes à institutionnaliser (SC7 - 2:11:44 - 2:11:53 Édith : moi, je suis toujours tellement dans l'optique de me dire faut que ça vienne des enfants. Océane : mais parce que on a été « formatée »; SC13 - 1:18:37 - 1:18:43 « on attend toujours que ça soit eux [les élèves] qui disent le mot » ; SC13 - 1:18:48 - 1:19:37 « je me suis dit que c'est des mots qui vont pas venir. C'est ce que j'avais dit Vygotsky... mais parce qu'on a été nourri à Piaget »). Ces interventions illustrent l'impact de la formation initiale (et continue) sur cette doxa qui elle-même influe sur sa représentation de l'enseignement.

10.1.3.2 Caractéristiques de ses pratiques

Nous notons une importance de l'« habillage » des activités mathématiques dans ses pratiques. Lors de la préparation de la 2ème leçon de recherche du cycle *c*, Océane propose à deux reprises de mettre un contexte d'anniversaire dans l'énoncé du problème (SC24 - 5:04 - 5:08 ; SC24 - 8:39 - 8:42). De même lors du cycle *b*, elle avait attaché une importance au contexte de l'aquarium et des poissons pendant la leçon de recherche : elle avait enrôlé ses élèves par une devinette sur l'aquarium et les poissons lors du processus de dévolution de la tâche.

Aspect du jeu et aspect social

Nous avons pu observer pendant les leçons que l'aspect du jeu n'est pas dominant par rapport aux enjeux d'apprentissage mathématique. Par exemple, lors de la leçon du cycle *a*, Océane ne demande pas aux élèves de compter le total de leurs points à la fin de la partie pour déterminer le gagnant du jeu. Pour la leçon après LS, elle passe rapidement (après 17 minutes de travail) du registre de la manipulation (qui a un aspect ludique) au numérique.

Océane accorde une importance à l'aspect social qui peut même être dominant par rapport aux apprentissages mathématiques. Par aspect social, nous entendons sa gestion des élèves en classe et sa gestion du temps de parole des élèves pour qu'elle soit équitable pour chaque groupe d'élèves. Un exemple de cette caractéristique est pendant la leçon avant LS, lorsqu'elle favorise le fait de donner la parole à chaque groupe d'élèves plutôt que de relever les connaissances mathématiques dans les procédures présentées par les élèves.

Devinette

Une autre caractéristique de ses pratiques est de dévoluer les tâches aux élèves en leur posant des devinettes, ce qui est le cas lors de la leçon du cycle *b*. Lors de la leçon du cycle *a*, elle fait deviner aux élèves le but du jeu et lors de la leçon après LS, elle ne fait pas de devinette mais fait deviner aux élèves le terme double. Cette caractéristique de ses pratiques a un écho avec sa représentation de l'enseignement dans laquelle les termes doivent venir des élèves mais aussi avec le fait qu'en organisant des devinettes, elle maintient la motivation des élèves.

Liens entre les connaissances mathématiques

Océane effectue des liens non seulement entre les activités (composante cognitive) mais aussi entre les connaissances mathématiques. Par exemple, lors de la séance 2 sur la numération, le GLS discute des zéros utiles et inutiles dans l'écriture d'un nombre et elle relie cette connaissance au fait que les élèves écrivent des zéros inutiles lorsqu'ils effectuent des algorithmes de soustraction en colonne (SC2 - 1:58:38 - 1:58:41 « ce n'est pas pour rien que des fois quand ils font des soustractions, ils mettent des zéros »).

10.1.3.3 Bilan des analyses de la composante personnelle

Océane a une représentation de l'enseignement des mathématiques qui est fondée sur une doxa dans laquelle les élèves doivent avoir une posture active et l'enseignante doit maintenir la motivation des élèves, en les guidant et en leur apportant des aides, mais en restant aussi en retrait par rapport aux nouveaux termes à institutionnaliser que les élèves doivent « deviner ». Nous avons relevé des caractéristiques de ses pratiques en cohérence avec sa représentation :

elle fait des devinettes aux élèves à différents moments des leçons (dévolution, mise en commun) pour poursuivre différents objectifs (motiver les élèves, institutionnaliser les nouveaux termes dans la leçon de recherche), elle propose de mettre en contexte les activités, ce que nous avons nommé « habillage » des activités dans le but de maintenir l'envie et la motivation des élèves, elle n'a pas recours à l'aspect du jeu pour motiver ses élèves. En cohérence avec la composante sociale de ses pratiques, elle accorde de l'importance à l'aspect social, l'équité entre élèves. En cohérence avec la composante cognitive de ses pratiques, elle effectue non seulement des liens entre les activités mais aussi entre les connaissances mathématiques.

10.1.4 Composantes institutionnelle et sociale

10.1.4.1 Composante institutionnelle

Les consignes des activités des MER sont complexes selon Océane : en une seule phrase, les élèves doivent comprendre la situation et ce qu'il faut chercher (SC1 - 1:12:51 - 1:13:17 ; SC32 - 38:02 - 38:15 « en général quand on lit une consigne et qu'on ne la comprend pas, on dit que c'est nous quoi. [...] On n'a rien compris, on n'a pas vu. Qu'est-ce qu'il voulait dire ? »)

Océane utilise les MER et suit une progression commune à son équipe pédagogique. Elle précise que les MER n'ont pas pour objectif d'institutionnaliser de nouvelles connaissances (SC17 - 27:40 - 27:55 « le manuel, il est quand même pas fait pour institutionnaliser »). Cette intervention peut expliquer pourquoi elle n'organise pas d'institutionnalisation dans ses pratiques.

Océane se réfère également aux Balises pour en faire une critique ou comme ressource (SC14 - 28:51 - 28:56 « les balises il n'y a pas grand-chose non plus d'expliqué » ; SC27 - 44:01 - 44:02 « Ils le proposent pas dans les Balises ? »).

10.1.4.2 Composante sociale

Posture d'Océane pendant le dispositif LS

Océane a une posture réflexive sur ses pratiques dans le sens où elle se questionne tant lors des séances de préparation de leçon que lors des séances qui suivent les leçons, ce qui est le cas également après qu'elle ait enseigné la leçon de recherche du cycle *b* par rapport aux apprentissages visés (par exemple SC13 - 41:07 - 41:23). Elle a une posture réflexive dans le sens où elle verbalise les questions qu'elle se pose (exemples : SC8 - 19:32 - 20:05 ; 59:40-

59:52) et elle s'approprie les propos pédagogiques et/ou didactiques des facilitateurs en les contextualisant, les interrogeant dans ses propres pratiques. Cette posture réflexive s'inscrit dans sa volonté exprimée de développer ses pratiques.

Néanmoins, Océane fait un bilan du travail effectué après ses deux années de participation au dispositif (SC32 - 57:17 - 58:53) et le réduit aux activités travaillées pour chaque leçon de recherche.

> SC32 - 57:17 - 58:53 Océane : Moi ce que j'ai trouvé frustrant dans les deux ans. On a pris les problèmes, on les a décortiqués, on a appris à travailler mais on n'en a pas fait beaucoup. C'est la quantité. [...] s'il y a des collègues qui ont des soucis avec « Aquarium », il y a eu plusieurs collègues qui sont venus vers moi et qui m'ont demandée. Voilà parce qu'encore une fois : « non je ne le fais pas, trop difficile ». [...] ils ont essayé avec les dizaines, unités aussi [...] Mais ça ne fait pas assez, ça ne fait pas beaucoup. Ils m'ont dit et puis t'as d'autres choses. Pas énorme quoi.

Océane n'a pas développé sa remarque « on a appris à travailler » et insiste sur la quantité de leçons. Cette intervention montre un manque de mise à distance sur ce travail concernant des aspects didactiques et/ou mathématiques : chaque sujet mathématique a été travaillé pendant plusieurs séances avant de choisir une activité qui sera analysée en profondeur (éventuellement modifiée) puis enseignée en leçon de recherche, mais aussi concernant des aspects transversaux travaillés spécifiquement pendant chaque cycle : le processus de dévolution, l'institutionnalisation, les aides à apporter aux élèves. Elle explique sa remarque « on a appris à travailler » lors de la séance suivante (SC33 - 45:03 - 45:15) en disant qu'elle a réfléchi à « beaucoup de choses » même si elle a l'impression de faire « quelque chose de tout simple ». Cette intervention se rapporte au travail de préparation sur un sujet mathématique avant le choix d'une activité en particulier.
Océane exprime après une année de participation au dispositif, son attitude vis-à-vis de la formation LS (SC16 - 1:15:15 - 1:15:23 « la première année on apprend, la deuxième année, on prend ses marques, la troisième année, on peut se lancer »). Cette intervention trouve un écho avec l'évolution de la composante cognitive de ses pratiques.

Nous avons aussi relevé des contradictions dans les interventions d'Océane lors des séances que nous allons illustrer. Un premier exemple se déroule pendant le travail de préparation d'« Un drôle de jeu de l'oie... », certains enseignants du GLS ont demandé à jouer une partie de ce jeu pour se rendre compte des difficultés possibles. Les facilitateurs ont d'abord refusé par manque de temps puis ils ont cédé à la demande du groupe. Dans ce contexte, elle déclare d'abord « des fois même en jouant, on ne se rend pas vraiment compte de ce qu'il va se passer » (SC4 - 27:32 - 27:37), juste après « c'est vrai que c'est en jouant qu'on se rend compte. C'est vrai qu'avant on imagine, mais qu'est-ce qu'on est emprunté si on n'imagine pas ce qui va se passer et que ça se passe. Et qu'on n'arrive pas à savoir qu'est-ce qu'il faut faire. Là, on est mal » (SC4 - 28:15 - 28:32). Un autre exemple se déroule suite à la leçon de recherche « Dans l'aquarium ». Elle explique que lorsqu'elle l'enseignait avant le dispositif LS, les élèves dessinaient peu de poissons et lors de la même séance qu'ils en produisaient huit (car il y en a huit dessinés sur l'exemple). Elle relève d'une part que l'importance ne se situe pas dans le fait de dessiner beaucoup de poissons qu'avec un seul cela peut suffire (SC13 - 52:11 - 52:31). D'autre part, elle explique qu'elle est satisfaite de la leçon de recherche car les élèves ont produit plusieurs poissons (SC13 - 16:42 - 17:04). Ces interventions révèlent une contradiction entre sa représentation de l'enseignement (dans laquelle les élèves doivent être actifs ce qui est en accord avec le fait de tracer beaucoup de poissons) et ses analyses de la leçon de recherche (dans laquelle l'un des objectifs est d'identifier les transformations géométriques et dans ce cas, un seul poisson peut suffire). Ces exemples montrent des contradictions apparentes dans ses interventions mais aussi le fait que ses réflexions évoluent au cours des discussions et ne restent pas figées. Dans ce sens, ces contradictions peuvent être révélatrices d'évolutions dans ses pratiques.

Par ailleurs, Océane a une posture volontaire dans le GLS : par exemple, elle demande aux facilitateurs d'envoyer par courriel aux enseignants du GLS les synthèses des séances afin de pouvoir les lire entre chaque séance, d'apporter chacun son point de vue et de vérifier chacun sa compréhension du travail collectif (SC7 - 2:41:19 - 2:42:48). Elle affirme aussi lire habituellement une revue professionnelle à destination des enseignants (SC18 - 4:53 - 5:00). En séance, elle intervient 119 fois en moyenne, ce qui représente 26% des interventions de l'ensemble des enseignants. Ses interventions se répartissent en moyenne 105 fois par séance lors du cycle *a* (séances 1 à 7), 153 lors du cycle *b* (séances 8 à 16), 112 lors du cycle *c* (séances 17 à 25) et 106 lors du cycle *d* (séances 26 à 34). Elle intervient davantage lors du cycle *b*, cycle pour lequel elle a enseigné la leçon de recherche. Sur l'ensemble du dispositif, elle est l'enseignante qui prend le plus la parole en nombre d'interventions. Après les interventions théoriques des facilitateurs, elle explicite, reformule, résume, contextualise, s'approprie ce qui a été dit dans le contexte de la leçon, de ses pratiques et/ou de sa classe.

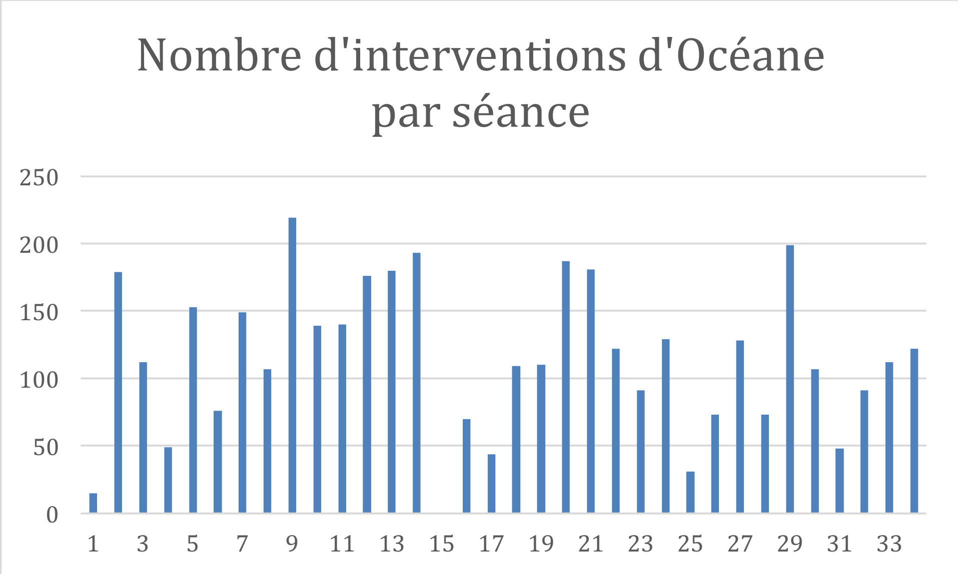


Figure 43: Nombre d’interventions d’Océane par séance

Posture d’Océane lors de l’observation des leçons de recherche

Nous avons analysé les notes prises par Océane sur l’application LessonNote. Au début du dispositif LS (cycle *a*), elle écrit les interventions de l'enseignante et des élèves sans ajouter de commentaires et sans analyser les discours. À partir du cycle *c*, elle écrit ou prend des photos des fiches des élèves, analyse et commente l'activité des élèves : ce qu'ils font, ce qu'ils écrivent, elle relève ce qu'ils ne font pas également. En posture d’observatrice, elle est passée de la description à l'analyse de l'activité des élèves en classe. De plus, elle observe et note des éléments sur l'attitude des élèves : est-ce qu'ils travaillent seuls ou à deux, y a-t-il une bonne entente en général et en particulier pour ranger le matériel dans les groupes d’élèves, est-ce que les élèves sont concentrés, est-ce que les élèves réfléchissent ? Ses notes concernent des aspects mathématiques mais aussi des aspects plus sociaux, de relation entre élèves.

Lors de l’observation de la leçon de recherche du cycle *d*, Océane observe deux élèves résoudre le problème « Les 99 carrés ». Ses observations sont axées sur les procédures des élèves, les difficultés rencontrées, mais aussi sur leur collaboration et l’une des aides qu’elle apporte à ces deux élèves repose sur la collaboration (SC28b - 48:51 - 51:31). Elle reste conforme aux instructions du GLS et ne s’autorise pas à proposer des aides aux élèves qui impliquent d’autres procédures, comptage des allumettes par exemple (SC28b - 1:48:01 - 1:48:32). Ainsi, elle reste conforme à ce qui est attendu d’elle en tant qu’observatrice de leçon de recherche. Ses notes traduisent également l’importance qu’elle accorde au côté social (voir 10.1.3, analyse de sa composante personnelle).

Contexte d'enseignement

Pendant la 1ère année du dispositif LS, Océane enseigne dans un contexte « difficile » (SC4 - 1:00:32 - 1:00:48 « il y en a qui sont très forts mais très pénibles »). Une autre intervention souligne l'effet de cette caractéristique sur la préparation de la leçon de recherche du cycle *b* (SC14 - 55:53 - 56:31 « la leçon, c'était mon dernier souci »). Cette caractéristique peut expliquer la composante médiative de ses pratiques dans laquelle elle accorde de l'importance au guidage et aux aides à apporter aux élèves. Cette caractéristique trouve aussi un écho avec la composante personnelle de ses pratiques dans laquelle elle accorde de l'importance à maintenir la motivation des élèves (SC7 - 1:38:38 - 1:39:08) et à l'aspect social tant au niveau de l'équité entre élèves qu'au niveau du respect des règles du jeu (SC6 - 54:38 - 54:4).

10.1.4.3 Bilan des analyses des composantes institutionnelle et sociale

Concernant la composante institutionnelle des pratiques, Océane utilise les activités des MER car ces ressources ont un statut officiel. Elle suit de plus la progression commune à l'équipe pédagogique de son école qui utilise ces ressources. Néanmoins, elle choisit certaines activités, en met d'autres de côté et adopte une posture critique car selon elle ces activités ont des consignes compliquées à comprendre et n'ont pas pour objectif d'institutionnaliser de nouvelles connaissances.

Concernant la composante sociale des pratiques, Océane a une posture réflexive sur ses pratiques en tant qu'enseignante, mais aussi en tant que participante au dispositif LS (SC16 - 1:15:15 - 1:15:23). Ses interventions lors des séances sont marquées par des contradictions qui peuvent révéler une évolution de ses discours et réflexions au cours des séances, mais aussi une évolution de ses pratiques (SC33 - 58:40 - 59:02). Tout au long des séances du dispositif, sa posture est dynamique, investie et volontaire. Sa posture d'observatrice évolue également entre les premières et les dernières leçons de recherche : ses notes relèvent d'abord de la description puis de l'analyse de l'activité des élèves.

Nous avons relevé une évolution de sa posture pendant le dispositif : elle adopte une posture davantage de « chercheur » à la fois en classe avec ses élèves lors de la résolution de problèmes, mais aussi lors de la préparation des leçons, notamment pour la construction de problèmes isomorphes (cycle *c* - SC20 - 31:52 - 31:54 « On sera un peu chercheur à résoudre la situation »). Cette évolution s'effectue en lien avec l'évolution des composantes cognitive et médiative de ses pratiques, par rapport au choix des activités et à leur organisation.

10.2 Catégorisation des pratiques en i-genre

Cette partie s'appuie sur les analyses des pratiques en composantes (10.1) et permet de catégoriser les pratiques d'Océane en niveau de développement associé au i-genre 3, puis d'analyser des évolutions des indicateurs des pratiques pour les leçons observées (Tableau 91). Cette partie apporte des éléments de réponse à la question de recherche concernant des changements de i-genre ou de niveau de i-genre.

		Avant le dispositif LS	Pendant le dispositif LS			Après le dispositif LS
En % du temps de travail (arrondi à l'unité)		« La face cachée »	Cycle *a* « Un drôle de jeu de l'oie... »	Leçon de recherche cycle *b* phase 1	Leçon de recherche cycle *b* phase 2	« Plions »
Forme sociale du travail		100	100	100	100	100
	en collectif	42	61	53	77	65
	en groupe	0	39	0	0	7
	en atelier	58	0	0	0	0
	en individuel	0	0	47	23	28
Interventions d'Océane		63	62	78	79	80
	dont rappels à l'ordre	4	8	5	1	3
Interventions des élèves		35	37	22	21	20
Prescription de la consigne		15	16	12	8	15
Recherche des élèves		50	36	50	23	31
	pas de lecture en acte de l'activité des élèves	2	1	0	0	0
	lecture en acte de l'activité des élèves	13	4	11	12	3
	lecture en acte de l'activité et des procédures des élèves	10	5	6	2	6
	interventions des élèves pendant les moments de recherche	17	14	6	3	6
	autre (gestion du matériel, gestion de la classe...)	8	12	27	6	16
Mise en commun		20	28	19	14	45
	avec explicitation	4	18	13	6	18
	avec validation dont explicitation	1 <1%	7 <1%	3 <1%	2 <1%	7 1
	autre	15	3	3	6	21
Synthèse		0	12	11	18	0
Institutionnalisation		0	0	0	22	0

Tableau 90 : Indicateurs des pratiques d'Océane pour l'ensemble des leçons observées

Pour catégoriser les pratiques selon ces niveaux, les auteurs (Charles-Pézard et al., 2012) précisent que les critères ne concernent pas nécessairement toutes les leçons de mathématiques. Dans le cas des cinq leçons observées dans la classe d'Océane, les trois premiers niveaux peuvent être observés.

10.2.1 Niveau 1 des pratiques

Océane a enseigné dans deux bâtiments scolaires très différents : un dans un contexte « difficile » (leçons observées avant et pendant le dispositif LS) et un dans un contexte « ordinaire » (leçon observée après le dispositif LS). Nous observons qu'il n'y a pas de différences significatives en ce qui concerne le nombre d'interventions de rappel à l'ordre dans ces deux contextes d'enseignement. Elle effectue peu de rappels à l'ordre (entre 3 et 35 interventions par leçon – moins de 8% du temps de la leçon) et ceux-ci concernent le maintien dans l'activité mathématique des élèves et le rétablissement d'une posture d'écoute. Il est intéressant de relever qu'il n'y a presque pas eu de rappels à l'ordre lors de la phase 2 de la leçon de recherche. Elle installe une paix scolaire, instaure un climat de confiance et de travail dans lequel ses élèves entrent en activité mathématique et adhèrent à son projet d'enseignement. Pendant les leçons observées, la parole de chacun est respectée, autant celle de l'enseignante que celle des élèves. Ainsi, ses pratiques atteignent le niveau 1 et sont stables concernant l'installation de la paix scolaire.

10.2.2 Niveau 2 des pratiques

Le niveau 2 concerne le choix de problèmes consistants avec un temps de réelle recherche pour les élèves. Pour les leçons observées, les élèves disposent d'un temps de recherche en atelier, en individuel ou en groupe consistant (entre 23% et 50% du temps de travail). La phase 2 de la leçon de recherche du cycle *b* est axée sur la mise en commun et a pour objectif de réaliser une institutionnalisation, ces moments collectifs ne sont pas codés en temps de recherche, c'est pourquoi cette leçon ne comporte que 23% de temps de recherche. Les quatre autres leçons comportent entre 31 et 50% de temps de recherche pendant lesquels l'enseignante circule dans la classe et apporte des aides aux élèves. Pour les leçons observées, les problèmes choisis par Océane sont consistants d'un point de vue mathématique car les élèves doivent engager une démarche de résolution pour pouvoir les résoudre.

Nous avons vu précédemment que le dispositif LS a eu un effet sur les composantes cognitive et médiative de ses pratiques (voir 10.1). Ainsi, les pratiques d'Océane atteignent le niveau 2 et cette évolution se traduit ici en évolution dans le niveau 2 car elle propose des problèmes consistants à l'ensemble de la classe avec un temps de recherche pour les élèves.

10.2.3 Niveau 3 des pratiques

Ce niveau concerne la présence d'une mise en commun des procédures avec validation et explicitation des procédures des élèves. Océane effectue des mises en commun des réponses et des procédures des élèves pour toutes les leçons observées. Lors des moments de recherche (en individuel, en groupe ou en atelier), elle observe l'activité des élèves ainsi que leurs procédures, puis lors d'un moment collectif elle fait expliciter les procédures avec une validation de sa part ou de celle des élèves. Elle choisit les élèves qu'elle va interroger lors de la mise en commun en fonction de ses observations afin d'avoir un panel des procédures mises en œuvre par les élèves, indifféremment qu'elles mènent ou non à la solution correcte. Cette caractéristique de ses pratiques a été observée lors de la leçon de recherche du cycle *b* et mise en valeur par le GLS comme étant un élément qui a contribué à la réussite de cette leçon. Cette caractéristique a aussi été observée lors de la leçon après le dispositif LS et verbalisée par Océane lors de l'échange informel qui a fait suite à cette leçon. Pour toutes les leçons observées, ses pratiques atteignent le niveau 3.

10.2.4 Niveau 4 des pratiques

Ce niveau concerne la hiérarchie des procédures des élèves par l'enseignante et la mise en place de phases de synthèses contextualisées. Océane effectue des synthèses pour les leçons des cycles *a* et *b* comme prévues dans les plans de leçon. Ces synthèses sont contextualisées, sans hiérarchie des procédures et prennent en compte les procédures des élèves seulement pour la leçon de recherche du cycle *b*. Elle n'organise pas de synthèse pour les autres leçons observées avant et après le dispositif LS et ne hiérarchise pas les procédures des élèves pendant les mises en commun observées pendant les leçons.

Nous allons analyser ce qu'il était possible d'effectuer comme synthèse contextualisée et comme hiérarchie des procédures pour les leçons avant et après LS à partir de l'analyse *a priori* et du contexte global *a posteriori*.

Lors de la leçon avant LS[57], deux élèves ont présenté leurs procédures : l'une repose sur les estimations et l'autre sur le calcul d'une différence (leçon avant LS -33:52 - 34:23). Océane valide les deux mais souligne qu'une seule permet d'être sûr que le nombre est bien le plus proche du nombre cible (leçon avant LS - 33:24 – 33:31). Elle ne les hiérarchise pas car elle ne compare ni leur efficacité, ni leur validité, ni leur économie par rapport au temps de résolution, au coût cognitif, ni à la nature et au degré d'expertise des savoirs mobilisés pour chacune. Or il était possible de reprendre ces deux procédures lors d'une synthèse contextualisée, de les comparer, de les hiérarchiser et d'identifier les connaissances en jeu. Pour cet exemple, la procédure par estimation est préférable à celle reposant sur le calcul de la différence en ce qui concerne l'efficacité et l'économie en temps de résolution et en coût cognitif.

[57] Nous reprenons ici quelques éléments d'analyse *a priori* de « La face cachée » (voir 7.1.2) et *a posteriori* (voir 7.1.3.2).

Lors de la leçon après LS[58], des élèves ont présenté une procédure de pliage-comptage (leçon après LS - 18:41 - 18:42), une procédure additive (leçon après LS -32:08 - 32:12 ; 35:15 - 35:15) et des procédures multiplicatives (leçon après LS - 13:33 - 13:36 ; 34:47 - 34:48). Océane les compare car elle met en évidence que celle du pliage-comptage devient impossible à partir d'un certain nombre de plis et qu'il est nécessaire de mettre en œuvre une autre procédure, mais n'organise ni synthèse contextualisée, ni hiérarchie des procédures. Or, il était possible d'en organiser : la procédure de pliage-comptage dans le cadre de la manipulation est la première à mettre en œuvre (induite par le matériel mis à disposition et par les images de la consigne, voir Figure 29), puis il faut mettre en évidence que celle-ci devient impossible à partir d'un certain nombre de plis et qu'il est nécessaire d'en trouver une autre dans un cadre autre que celui de la manipulation. Ensuite, il était possible de comparer les procédures additives et multiplicatives par rapport à leur coût cognitif et leur efficacité : ces deux procédures sont correctes mais ne reposent pas sur les mêmes connaissances mathématiques. Comme ses élèves de 5H ont travaillé davantage l'addition que la multiplication, la procédure additive est plus efficace pour eux que celle multiplicative. Enfin, une dernière procédure consiste à compléter le même tableau à deux colonnes (nombre de plis, nombre de parties) en multipliant par deux avec autant de facteurs deux qu'il y a de nombre de plis. Cette procédure est la plus experte et permet de généraliser le problème, quel que soit le nombre de plis, ceci sans devoir déterminer toute la suite des nombres de parties. Cette dernière procédure est la plus difficile à trouver mais reste à portée d'élèves de 5H, mais Océane ne l'a pas identifiée. Elle n'a pas fait les liens entre la procédure de pliage-comptage et celles numériques, ce qui constituait tout l'enjeu de l'activité, et n'a pas hiérarchisé les procédures des élèves.

En mettant en relation l'analyse *a posteriori*, ce que les élèves ont effectivement fait pendant les leçons et ce qu'il était possible de faire, nous en déduisons que les pratiques d'Océane atteignent partiellement le niveau 4.

10.2.5 Niveau 5 des pratiques

Ce niveau concerne la présence d'une institutionnalisation des savoirs ou méthodes en jeu dans la situation, par une décontextualisation et une dépersonnalisation. Océane ne réalise pas d'institutionnalisation des connaissances ou des méthodes en jeu dans la situation ni pour la leçon avant LS, ni pour la leçon du cycle *a*, ni pour celle après le dispositif LS. Elle effectue une institutionnalisation lors de la phase 2 de la leçon de recherche du cycle *b*, conformément

---

[58] Nous reprenons ici quelques éléments d'analyse *a priori* de « Plions » (voir 7.4.2) et *a posteriori* (voir 7.4.3.2).

au plan de leçon. Nous allons étudier ce qu'il aurait été possible d'effectuer comme institutionnalisation pour ces leçons à partir de l'analyse *a priori* et du contexte global *a posteriori*.

Pour la leçon avant LS, il était difficile selon nous d'effectuer une institutionnalisation des connaissances ou méthodes en jeu à cause de la gestion du temps et des règles du jeu particulièrement complexes et longues à expliquer, et d'autant plus qu'elles ont été changées en cours de jeu. Néanmoins, il était possible de reprendre les procédures présentées par les élèves pendant les mises en commun, celles reposant sur des estimations de différences et sur des calculs par soustraction. Comme l'a présenté un élève (31:12-31:30), on peut déterminer le nombre le plus proche du nombre cible par une estimation des différences en utilisant uniquement le chiffre des milliers du nombre. Il était possible de mettre en évidence que cette procédure par estimation repose et fait travailler l'aspect positionnel de la numération. En particulier, il faut choisir en premier le chiffre des milliers le plus proche du chiffre des milliers du nombre cible pour former un nombre le plus proche du nombre cible ou pour déterminer quel est le nombre le plus proche du nombre cible parmi ceux proposés par les élèves.

Lors de la leçon du cycle *a*, le travail collectif ne porte pas spécifiquement sur l'institutionnalisation des connaissances en jeu et il n'a pas été demandé explicitement aux enseignants d'en effectuer une. Mais, le plan de leçon indique qu'il faut inscrire au tableau deux égalités mathématiques, c'est-à-dire une connaissance mathématique décontextualisée. Ainsi, si l'enseignante se conforme au plan de leçon, elle est amenée à effectuer une institutionnalisation des connaissances en jeu, avec une décontextualisation. Comme nous l'avons vu, elle n'écrit pas au tableau les égalités mathématiques comme préconisées dans le plan de leçon. Elle n'utilise pas le tableau noir pour inscrire les connaissances mathématiques décontextualisées mais plutôt pour inscrire les propositions des élèves pendant les mises en commun. Les écarts entre ce qu'elle dit dans un registre mathématique (qui correspond à la connaissance décontextualisée) et ce qu'elle écrit au tableau dans un registre du jeu sont laissés à la charge des élèves. Le seul moment qui participe à une institutionnalisation est provoqué par l'intervention d'une élève en fin de leçon (« mais comment une dizaine, ça vaut dix unités Maîtresse ? »). Pour répondre à l'élève, elle organise une synthèse dans un registre mathématique en effectuant le lien entre la notion d'échange dans le jeu et l'utilisation du matériel en base dix, mais ne décontextualise pas les connaissances.

Lors de la leçon après LS, il était possible d'effectuer une institutionnalisation des connaissances en jeu : multiplier un nombre par deux et additionner deux fois le même nombre sont deux procédures équivalentes. Par exemple, 16 + 16 = 2 ×16 permet d'introduire la multiplication comme une somme itérée et d'introduire le vocabulaire associé, c'est-à-dire on calcule le double de 16. Cette institutionnalisation pouvait être menée car elle a utilisé le tableau noir comme support pendant la leçon et y a inscrit la procédure additive pour compléter le tableau à deux colonnes. De plus, les procédures additives, multiplicatives et le vocabulaire associé (par le guidage de l'enseignante) ont été présentés par les élèves lors des mises en commun. Enfin, elle a choisi cette activité pour introduire la multiplication et a exposé les connaissances en jeu à l'oral : celles-ci ont alors été discutées et utilisées par les élèves pendant la leçon, mais sans leur donner un statut de savoir dépersonnalisé et décontextualisé.

Les pratiques d'Océane n'atteignent pas le niveau 5 en considérant le contexte global *a posteriori* ainsi que les analyses *a priori* pour les trois leçons observées hors du dispositif LS. Elle confirme ce résultat lors d'une séance, en disant qu'elle ne fait pas d'institutionnalisation des connaissances dans ses pratiques ordinaires en mathématiques à l'écrit (SC11- 5:08 – 5:47). Elle dit ne pas effectuer d'institutionnalisation sous forme écrite dans son enseignement ordinaire mais effectuer des constats à l'oral. Elle associe l'institutionnalisation à l'enseignement de vocabulaire, ce qui est repris par le facilitateur en précisant qu'effectivement l'institutionnalisation sert à donner les termes précis aux élèves mais ne se limite pas à l'enseignement de vocabulaire (SC11 - 14:44 – 15:50).

Lors de la leçon de recherche du cycle *b*, Océane n'aborde pas les connaissances liées aux propriétés de conservation des mesures et de superposition des figures par isométrie ni à l'oral ni à l'écrit comme prévu dans le plan de leçon. Il y a un écart entre les termes qu'elle emploie à l'oral (« mêmes figures ») et ceux des propriétés à institutionnaliser (« figures superposables »), ce qui peut s'expliquer en partie car le GLS emploie également cette terminologie (par exemple, SC11 - 38:41 – 39:14 Facilitatrice : « La figure reste la même. Et puis la figure est vraiment la même » ; 39:42 - 39:53 Océane : « on veut quand même que le poisson soit le même d'une fois à l'autre »). Elle reste conforme avec le langage employé par le GLS et au plan de leçon en ce qui concerne l'institutionnalisation de vocabulaire (symétrie, rotation, translation) qu'elle inscrit au tableau noir.

Lors de la leçon après LS, Océane n'effectue ni synthèse, ni institutionnalisation, mais insiste sur le terme « double » lors de la mise en commun.

Ces deux leçons illustrent d'une part que l'institutionnalisation est liée étroitement avec l'enseignement de vocabulaire selon Océane que ce soit dans un cadre géométrique ou numérique et d'autre part qu'elle cherche à enseigner du vocabulaire à travers les activités qu'elle propose même si elle n'effectue pas d'institutionnalisation des connaissances.

10.2.6 Conclusion sur l'analyse en niveaux des pratiques

Le Tableau 91 reprend pour chaque leçon les cinq niveaux de développement des pratiques d'Océane.

<table>
<tr><td></td><td>Avant LS</td><td colspan="3">Pendant LS</td><td>Après LS</td><td rowspan="2">Niveau de développement des pratiques</td></tr>
<tr><td></td><td>« La face cachée »</td><td>« Un drôle de jeu de l'oie... »</td><td>Leçon de recherche cycle b phase 1</td><td>Leçon de recherche cycle b phase 2</td><td>« Plions »</td></tr>
<tr><td>paix scolaire</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>Niveau 1 atteint</td></tr>
<tr><td>problèmes consistants avec temps de réelle recherche</td><td>oui</td><td colspan="3">oui - choisis par le GLS</td><td>oui</td><td>Niveau 2 atteint</td></tr>
<tr><td>présence de mise en commun des réponses</td><td>oui</td><td colspan="3">oui</td><td>oui</td><td rowspan="3">Niveau 3 atteint</td></tr>
<tr><td>avec validation</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td></tr>
<tr><td>avec explicitation des procédures des élèves</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td></tr>
<tr><td>hiérarchie des productions des élèves par l'enseignant</td><td>non</td><td>non</td><td>non</td><td>non</td><td>non</td><td rowspan="2">Niveau 4 atteint partiellement</td></tr>
<tr><td>phases de synthèses contextualisées</td><td>non</td><td>oui</td><td>oui</td><td>oui</td><td>non</td></tr>
<tr><td>présence d'institutionnalisation du savoir ou de la méthode en jeu dans la situation</td><td>non</td><td>non</td><td>non</td><td>oui</td><td>non</td><td>Niveau 5 non atteint</td></tr>
</table>

Tableau 91 : Niveaux de développement des pratiques d'Océane

Les pratiques d'Océane atteignent partiellement le niveau 4 du i-genre 3. Cette analyse ne permet pas d'observer une évolution des pratiques par un changement de niveau, en revanche elle permet de relever des évolutions des critères à l'intérieur de ces niveaux. D'après le Tableau 90, nous avons observé les évolutions des indicateurs tout au long du dispositif d'une part et d'autre part, nous avons relevé les différences entre les leçons qui ont eu lieu pendant le dispositif et celles hors dispositif. Océane organise le travail en « atelier » pour la leçon avant LS et nous n'avons plus observé ensuite cette forme de travail qu'elle a d'ailleurs questionnée (voir 10.1.1 et 10.1.2). Pour les autres leçons observées, elle organise des formes de travail davantage en collectif (dont les mises en commun) en alternant des moments de recherche en groupe ou en individuel. Le pourcentage de son temps de parole tend à augmenter. Nous observons une tendance à guider plus et à laisser moins de place au temps de recherche des élèves. Cette tendance entre en contradiction avec le changement de contexte d'enseignement de « difficile » à « ordinaire », dans lequel on aurait pu s'attendre à ce qu'elle laisse davantage les élèves en recherche, et avec ses propos « je laisse plus de temps pour réfléchir aux élèves » (échange informel suite à la leçon après LS). Le changement de contexte d'enseignement n'a pas eu d'effet sur plusieurs caractéristiques de ses pratiques (dont les rappels à l'ordre, voir 10.2.1), de plus, pour la leçon après LS, elle impose sa modélisation du problème « Plions » ce qui va entraîner davantage de guidages de sa part.

10.3 Processus de modifications

Dans cette partie, nous reprenons les analyses en processus de modifications de la tâche prescrite pour chacune des leçons : quelle est la représentation de la tâche prescrite et comment Océane a-t-elle redéfini la tâche. Nous étudions les sources de ce processus qui ont influencé la représentation et la redéfinition. Enfin, nous étudions les évolutions dans sa prise en compte de ces sources.

Choix des activités

Océane a choisi des activités qu'elle enseigne pour la première fois (pour les leçons avant LS et du cycle *a*) et pour la deuxième fois (pour la leçon après LS). Elle choisit l'activité « La face cachée » pour la leçon avant LS probablement à cause de notre présence. En revanche, pour la leçon après LS, elle choisit un problème qu'elle n'enseignait pas auparavant à l'ensemble de la classe, ce choix est dû à sa participation au dispositif LS (voir les analyses en composantes 10.2).

Analyses mathématiques

Océane analyse d'un point de vue mathématique toutes les activités avant de les enseigner pour les leçons observées, et ceci indépendamment de son expérience d'enseignement de l'activité en question : ce qui est le cas notamment pour l'activité « Aquarium » qu'elle a enseignée de nombreuses fois. Pour cette leçon, elle analyse les productions des élèves d'un point de vue mathématique entre les phases 1 et 2 pour préparer la mise en commun, conformément au plan de leçon. Elle identifie d'ailleurs une isométrie, la symétrie glissée, qui n'avait pas été anticipée lors du travail collectif. Son analyse mathématique est pertinente sur les symétries glissées pour la leçon du cycle *b* et approfondit celle du GLS. Par ailleurs lors de la leçon, elle présente une seule procédure pour tracer la figure en comptant les carrés sur un quadrillage. Ses analyses mathématiques des autres leçons restent partielles : elle anticipe une seule procédure de validation pour la leçon avant LS. L'objectif d'apprentissage qu'elle vise est la connaissance contextualisée dans l'activité pour la leçon du cycle *a* contrairement au travail collectif. Elle réduit l'activité mathématique des élèves en prenant en charge la modélisation du problème et en ne présentant que les procédures de pliage-comptage et la procédure additive pour la leçon après LS. Par ailleurs, elle n'identifie pas la procédure multiplicative qui permet de calculer le nombre de parties correspondant à *m* plis quel que soit l'entier *m*.

Ainsi, ses analyses mathématiques des activités sont partielles (pour la leçon avant LS), priment (pour la leçon du cycle *a*) ou approfondissent celles du GLS (pour la leçon du cycle *b*) et entrent en contradiction avec la tâche prescrite (pour la leçon après LS). Océane prend des libertés par rapport aux prescriptions institutionnelles qui émanent autant de la tâche prescrite issue du travail collectif que des MER. Elle se distancie du travail collectif de manière positive car elle l'approfondit mais aussi de manière négative car elle fait primer son analyse sur celle du collectif par exemple en supprimant la décontextualisation des connaissances lors de la leçon du cycle *a* et en supprimant l'institutionnalisation des propriétés des isométries lors de la leçon du cycle *b*.

Modification des activités mathématiques

Pour chaque leçon observée, Océane prend des libertés et modifie l'activité mathématique en fonction de sa prise en compte de l'activité des élèves d'une part. Pour les leçons avant LS et du cycle *a*, elle a pris en compte l'activité des élèves pendant la réalisation de la tâche et entre la 1ère et la 2ème occurrence pour la leçon après LS. D'autre part, elle modifie l'activité mathématique aussi en fonction de ses analyses qui sont liées aux demandes des facilitateurs (d'apporter des modifications au plan de leçon et à l'activité avant la leçon de recherche suivante) lors du cycle *a*, et en fonction de ses analyses mathématiques pour la leçon du cycle *b*.

Processus de modifications de la tâche prescrite

Pour les leçons observées, Océane se représente une tâche à partir de son analyse mathématique qui minore, dépasse ou entre en tension avec celle du collectif et des concepteurs des MER. Puis, elle se redéfinit une tâche dans laquelle elle prend en compte sa représentation de la tâche prescrite et son analyse mathématique, ainsi que l'activité des élèves. Pour redéfinir une tâche, elle privilégie la dimension sociale (équité entre élèves et temps de parole pour tous les groupes d'élèves) aux enjeux d'apprentissage avec exposition et décontextualisation des connaissances mathématiques.

Pour les leçons observées, deux sources initient le processus de modification de la tâche prescrite : la prise en compte de l'activité des élèves et ses analyses mathématiques de l'activité. Ses analyses mathématiques initient le processus pour les leçons des cycles *a* et *b*, et après LS. La prise en compte de l'activité des élèves initie le processus pour les leçons avant LS, des cycles *a* et *b*. Cette prise en compte de l'activité des élèves se fait pendant la réalisation de la tâche pour ces leçons et par anticipation pour la leçon après LS. En effet, elle a enseigné deux fois l'activité « Plions » : elle a pris en compte l'activité des élèves lors de la première occurrence, mais pas lors de la leçon après LS. Cette prise en compte de l'activité des élèves lors de la première occurrence a pour conséquence une prise en charge de la modélisation du problème par l'enseignante pendant la leçon après LS.

Le travail collectif du dispositif LS notamment lors des cycles *c* et *d* a eu un effet sur cette source du processus de modifications : Océane ne prend plus en compte l'activité des élèves pendant la réalisation de la tâche, mais l'a anticipée dans le but d'aider les élèves à se représenter le problème.

10.4 Bilan

Après avoir dressé un profil des pratiques d'Océane à l'aide des cinq composantes des pratiques (10.1), nous allons porter un double regard pour ressortir d'une part ce qui a été modifié lors de la leçon de recherche (à partir de son profil décrit en 10.1 et de l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite en 10.3) et d'autre part comment ont été modifiées les pratiques ordinaires par le dispositif LS pour la leçon après LS. Enfin, nous synthétiserons les résultats de nos analyses afin d'apporter des éléments de réponse aux questions de recherche dans le cas des pratiques d'Océane.

10.4.1 Modifications des pratiques pendant les leçons du dispositif (cycles *a* et *b*)

Lors de la leçon de recherche, Océane apporte des aides collectives pendant les moments de recherche et pendant la prescription. Pour les leçons des cycles *a* et *b*, elle intervient sur les procédures en elles-mêmes et leur validation lors des mises en commun. Lors des deux autres leçons avant et après LS, elle n'intervient que sur la validation des procédures et pas sur les procédures en elles-mêmes. Ainsi, au niveau de la composante médiative des pratiques, nous avons pu constater qu'Océane a apporté des médiations différentes entre les leçons du dispositif et les deux autres leçons.

Océane n'organise des synthèses contextualisées que pour les leçons du dispositif et une institutionnalisation que pour la leçon de recherche.

Le processus de modifications de la tâche prescrite a pour sources sa prise en compte de l'activité des élèves et ses analyses mathématiques de l'activité pour les leçons observées. Il n'y a pas eu de différence pour les sources de ce processus pour les leçons observées lors du dispositif.

10.4.2 Modifications dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Lors de la leçon après LS, Océane a pris en charge et a imposé une modélisation du problème aux élèves en distribuant un tableau avec les titres des deux colonnes. Lorsque pour aider les élèves, l'enseignante suggère l'outil de modélisation « faire un tableau [...], le risque de nuire au développement d'une véritable activité de résolution de problème augmente très sensiblement » (Julo, 2002, p. 46). Son choix a des implications au niveau du déroulement de la leçon : elle doit expliquer aux élèves sa modélisation du problème, à quoi correspond le tableau à deux colonnes, comment le remplir, mais aussi le lien entre le tableau à deux colonnes et le cadre de la manipulation. Les moments de travail collectif sont donc plus nombreux, elle guide plus, elle donne plus d'indications et son temps de parole est plus important (80% du temps de travail).

La leçon après LS ainsi que les interventions d'Océane en séances collectives illustrent une évolution de certaines caractéristiques des composantes cognitive et médiative de ses pratiques : elle choisit d'enseigner un problème à l'ensemble de la classe en organisant une gestion collective du travail notamment par des aides collectives lors des moments de recherche. Cette évolution au niveau des composantes cognitive et médiative s'accompagne d'une évolution au niveau de la composante personnelle de ses pratiques par un changement de posture de « personne référente » à chercheuse face au problème.

Nous relevons un dernier élément lié à l'évolution de caractéristiques qui relèvent de la composante cognitive de ses pratiques : à présent, elle effectue elle-même les activités avant de les enseigner ce qui lui permet d'identifier les difficultés des élèves mais comme nous l'avons vu, elle n'a pas identifié toutes les stratégies possibles avant d'enseigner la leçon après LS. Son analyse mathématique de l'activité reste incomplète malgré le fait d'avoir effectué l'activité et anticipé les difficultés des élèves.

10.4.3 Résistances dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Nous relevons que le fait de faire « deviner » les termes aux élèves est une caractéristique stable dans ses pratiques et peut s'interpréter comme une certaine résistance au travail collectif. Lors de la leçon après LS, Océane fait deviner le terme « double ». Cette caractéristique de ses pratiques est liée à sa représentation de l'enseignement et nous constatons que le dispositif LS même en pointant cette caractéristique particulière n'a pas eu d'effet sur celle-ci.

Une autre résistance dans ses pratiques repose sur l'absence de synthèse contextualisée, de décontextualisation des connaissances et d'institutionnalisation, pourtant travaillées et mises en œuvre lors de la leçon de recherche (ni observées lors de la leçon après LS ni analysées dans ses discours). Comme nous l'avons vu, ses interventions pendant le dispositif ne permettent pas de déduire qu'elle a l'intention de modifier ses pratiques sur ces éléments-là. Néanmoins, nous soulignons la difficulté pour une enseignante de les mettre en œuvre dans les pratiques ordinaires. Des analyses didactiques et mathématiques peuvent aider l'enseignante à organiser une mise en commun avec une réelle prise en compte des procédures et pas que le résultat de la procédure, en dégageant les connaissances mathématiques des procédures, en faisant des liens entre les procédures, avec une hiérarchisation des procédures des élèves et pourraient permettre d'identifier et de faire émerger les connaissances mathématiques à partir des procédures des élèves. Des analyses didactiques et mathématiques de l'activité pendant le cycle *b* ont permis à l'enseignante de réaliser une décontextualisation des connaissances, ce qui a été observé uniquement lors de la leçon de recherche du cycle *b*, et partiellement car les propriétés des isométries n'ont pas été traitées par Océane. Il est intéressant de mettre en parallèle les processus de décontextualisation et recontextualisation des connaissances tant pour le travail collectif lors d'un cycle LS que pendant une leçon. Le travail en LS commence par un travail sur les connaissances décontextualisées (étape 1 du cycle LS), puis se prolonge par une contextualisation des connaissances visées dans le cycle avec le choix d'une activité et la préparation d'un plan de leçon (étape 2 du cycle LS). Le plan de leçon met alors en œuvre ces processus à plusieurs niveaux : les connaissances décontextualisées sont explicitées (sujet mathématique du cycle), puis elles sont contextualisées dans l'activité (avec des indications sur les déroulements) et enfin l'enseignant a la charge de les décontextualiser lors de la leçon de recherche (cela a été explicité lors du cycle *b* et non lors du cycle *a*). Le travail de décontextualisation laissé à la charge de l'enseignante n'a pas fonctionné pour la leçon du cycle *a*. Nous l'expliquons ainsi : le jeu « Un drôle de jeu de l'oie... » n'a pas pour objectif de réaliser une institutionnalisation pour Océane d'après nos analyses de la composante institutionnelle de ses pratiques (voir 10.1).

10.4.4 Éléments de réponses aux trois questions de recherche dans le cas d'Océane

Nous apportons à présent des éléments de réponse aux trois questions de recherche de cette étude dans le cas des pratiques d'Océane.

Question 1. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

L'analyse en processus de modifications de la tâche prescrite a mis en évidence une modification dans les sources de ce processus : la prise en compte de l'activité des élèves a initié ce processus pour les leçons avant LS et pendant LS, mais pour la leçon après LS, cette prise en compte de l'activité des élèves s'est opérée par anticipation, avant d'enseigner la leçon et n'a plus été une source de ce processus. Océane a pris en compte l'activité des élèves lors de sa préparation de la leçon. Son intention était de mettre en œuvre ce qui a été travaillé pendant les cycles *c* et *d* sur les aides à la représentation de problème. Elle a ainsi voulu aider les élèves à se représenter le problème, mais en imposant sa modélisation du problème, cela a eu comme effet de réduire leur activité. Cette analyse en processus de modifications de la tâche prescrite met en lumière une évolution des pratiques qui doit encore s'affiner afin de ne pas réduire l'activité des élèves.

Question 2. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?

L'analyse en i-genre a montré que les pratiques d'Océane atteignent partiellement le niveau 4 du i-genre 3. Nous avons mis en évidence des résistances des pratiques qui relèvent des niveaux 4 et 5 des pratiques, qui sont liées d'une part à la composante personnelle de ses pratiques (sa représentation de l'enseignement) et d'autre part à la composante institutionnelle de ses pratiques (les activités des MER n'ont pas pour objectif de réaliser des institutionnalisations).

Question 3. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

Concernant la question 3, l'analyse en composantes des pratiques a révélé des évolutions conjointes des composantes cognitive (choix des problèmes), médiative (enseignement des problèmes à tous les élèves), personnelle (dans la posture de l'enseignante en classe et pendant le dispositif) et sociale (contradictions qui révèlent des évolutions de ses discours pendant les séances, posture d'observatrice pendant les leçons de recherche). Nous n'avons pas observé d'évolution de sa composante institutionnelle.

Chapitre 11. Dans le cas de Valentine

11.1 Analyse des pratiques en composantes

Nous avons analysé les interventions de Valentine lors des séances des quatre cycles ainsi que lors des leçons observées dans sa classe : une avant le dispositif, deux leçons pendant le dispositif (cycle *a* et leçon de recherche du cycle *c*) et une après le dispositif. L'objectif de cette partie 11.1 est d'une part de caractériser les cinq composantes de ses pratiques, afin de relever ce qui a été modifié lors de la leçon de recherche et ce qui est invariant pour les leçons observées avant et après le dispositif. Pour repérer des invariants à partir de deux leçons, nous confrontons nos analyses de ses pratiques observées avec ses interventions en séances. Cette caractérisation des pratiques et de ses invariants a aussi pour objectif de dresser un profil de ses pratiques qui permettra de comprendre et d'expliquer les évolutions et résistances observées dans les niveaux de développement associé au i-genre 3 ainsi que dans le processus de modifications de la tâche prescrite.

Cette partie vise à apporter des éléments de réponse à la question de recherche : comment l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle nous permet-elle de caractériser des changements ou au contraire des résistances dans les pratiques au cours et à la suite du dispositif LS ?

11.1.1 Composante cognitive

11.1.1.1 Choix des activités

Parmi les leçons observées, Valentine a choisi une seule activité consistante : « Les 9 boules de cristal » pour laquelle les élèves doivent mettre en œuvre une démarche de résolution. Elle a créé une activité pour la leçon avant LS qui est davantage de l'ordre de l'entraînement et qui ne nécessite pas de démarche de résolution.

Valentine choisit des activités issues des MER, en exclut certaines (comme « Les 99 carrés ») lorsqu'elle « ne les aime pas » sans autre argument (SC26 – 1:00:48 – 1:00:50). Elle choisit également des activités issues d'autres ressources (soit créées, soit des fiches issues d'Internet...) lorsqu'elle estime celles des MER insuffisantes sur un sujet donné, ce qui est le cas notamment pour la proportionnalité (SC19 – 1:28:37 – 1:29:32).

11.1.1.2 Organisation des activités

Pour organiser les différentes activités, Valentine est attentive à la dynamique de classe et à maintenir la motivation des élèves : par exemple, elle ne passe pas deux leçons de trois-quarts d’heure d’affilée sur un même problème (SC30 - 1:16:33 - 1:17:10). Elle explique aussi qu’elle peut couper « une leçon en deux » (SC15 -26 :17-26 :48). Par exemple, lorsqu’elle propose un jeu pour la première fois aux élèves, les aspects du jeu (consigne, règles du jeu, gestion du matériel...) peuvent « parasiter » les apprentissages visés. Il lui paraît alors nécessaire de proposer le même jeu une deuxième fois afin que les élèves s’approprient les règles et qu’elle puisse juger de la pertinence mathématique du jeu (SC7- 1:36:20 – 1:37:04). Lors de cette deuxième fois, elle organise alors son enseignement en « atelier » dans lequel les élèves travaillent sur des activités différentes (le jeu et d’autres activités), ce qui lui laisse la possibilité de suivre uniquement quelques élèves dans l’atelier autour du jeu (SC7 – 30:11 – 30:24). De plus, elle ajoute que si elle a « mal vécu » une activité lorsqu’elle l’a proposée une première fois, elle ne va plus la reproposer (SC13 - 1:59:53 - 1:59:55). Une autre intervention vient en écho avec ce type d’enseignement en « atelier » : elle réserve certaines activités (comme « Promotion ») aux élèves qu’elle juge « bons en maths » (SC19 – 50:19 – 50:37).

Valentine met en situation les activités dans le contexte réel, par exemple lors de la leçon de recherche du cycle *c* (SC25 – 1:45:10 – 1:45:41). D’ailleurs, elle a demandé le consentement des facilitateurs et s’est justifiée en disant qu’elle le faisait habituellement dans ses pratiques et que cela aide les élèves à entrer dans l’activité proposée.

11.1.1.3 Bilan des analyses de la composante cognitive

Nous caractérisons ainsi la composante cognitive des pratiques de Valentine : elle choisit des activités issues des MER qu’elle met en situation et promeut un enseignement en « atelier » dans lequel les élèves effectuent des activités mathématiques différentes.

11.1.2 Composante médiative

11.1.2.1 Choix de l’enseignante correspondant aux déroulements

Mises en commun

Une des caractéristiques des pratiques de Valentine est sa gestion des mises en commun des procédures des élèves. Elle axe les mises en commun sur la « façon de faire » et non sur les solutions du problème (SC30 – 46:35 – 47:10). Elle propose même de partir d’un problème ou la solution est évidente afin d’organiser un travail collectif sur les différentes procédures (SC32 - 54:42 – 55:24). Elle laisse un temps de parole aux élèves pour expliciter leurs procédures indifféremment qu’elles soient correctes ou non (SC24 - 1:09:14 - 1:09:29). Elle

laisse de la place aux élèves pour exprimer leurs procédures, leurs questions, leurs difficultés, leurs réponses, leurs raisonnements et les accompagne dans leurs raisonnements tant pendant les mises en commun que pendant les moments de recherche. Ces caractéristiques de ses pratiques ont été soulignées à plusieurs reprises lors de séances qui ont suivi la leçon de recherche qu'elle a enseignée, tant par d'autres enseignants que par les facilitateurs (par exemple SC25b - 2:24:49 - 2:27:49). Un autre exemple illustre cette caractéristique lorsqu'Anaïs dit « C'est vrai que j'ai aussi remarqué avec Justine [une élève] qui avait rendu son travail, elle t'a réexpliqué sa démarche. Ce qui était effacé, elle te l'a dit. C'était frappant » (SC25b - 2:28:21 - 2:28:31), puis Valentine intervient un peu après « dans la classe, on a beaucoup ce genre de rituels où les enfants viennent, on vient montrer et puis ils écoutent assez les différentes manières. Ils rebondissent dessus, c'est vrai » (SC25b - 2:29:05 - 2:29:52). Ses discours sur sa gestion des mises en commun sont en cohérence avec nos analyses des leçons (voir chapitre 8).
Valentine explique aussi qu'organiser une mise en commun d'une situation-problème lui pose des difficultés car ces mises en commun ont pour objectif que « les enfants soient participatifs, plus intéressés, que ça leur serve, enfin pour ceux qui ne sont pas en train de parler, non seulement suivent mais en plus puissent en tirer de la graine et réinvestir ce qu'ils voient là dans d'autres situations plus tard » (SC17 - 1:34 - 42:30). Cette intervention montre que la mise en commun a aussi pour fonction de décontextualiser les connaissances et/ou les procédures travaillées dans la situation-problème dans d'autres situations. Ses discours sont en cohérence avec nos analyses des leçons (voir 8.4).

Effet du dispositif LS sur les mises en commun

Valentine se questionne sur ses pratiques, notamment sur l'utilité et le bon moment pour organiser des mises en commun.

> SC19 - 32:50 - 33:15 Valentine : Parce que ces mises en commun dans lesquelles je croyais, je crois assez fort, là elles sont complètement remises en question pour moi parce qu'effectivement tu as fait une démarche où tu n'as pas réussi mais enfin tu as réfléchi, tu as essayé d'entrer et puis là, tu as un autre (*élève*) après dans la mise en commun qui te donne la clé.

Ainsi le dispositif LS provoque une remise en question de ses pratiques quant à l'effet des mises en commun sur l'activité des élèves. Nous avons observé des mises en commun avant cette séance 19 lors de la leçon du cycle *a*, mais aussi après cette séance lors des leçons de recherche du cycle *c* et après LS. Ainsi, nous n'avons pas observé de changement dans ses pratiques concernant les mises en commun, malgré cette remise en question.

Formes sociales de travail

Valentine organise ses leçons de la manière suivante : soit elle commence par un travail individuel (prescription de la consigne, moment de recherche) suivi d'un moment collectif, soit elle commence par un travail collectif (prescription de la consigne avec des explications collectives) suivi d'un travail individuel (SC30 – 36:01 – 32:04). Ses discours sont en cohérence avec nos analyses des leçons.

Institutionnalisation

Lors d'une séance, Valentine s'est mise en situation d'une enseignante qui organise une institutionnalisation. Elle commence alors à poser une question qui peut être d'ordre mathématique « est-ce que vous avez appris ? », puis continue avec des questions qui portent davantage sur la motivation des élèves « Est-ce que vous avez trouvé ce jeu intéressant ? Est-ce que vous avez eu du plaisir à jouer ? » Or, le facilitateur venait d'expliquer que la formalisation des connaissances mathématiques en jeu pouvait venir de l'enseignant (SC7 - 2:12:50 - 2:13:10). Ces échanges entre le facilitateur et Valentine traduisent un décalage par rapport à la nature des interventions de l'enseignant pendant une institutionnalisation vue d'un côté par un facilitateur (interventions d'ordre mathématique) et d'un autre par Valentine (interventions d'ordre pédagogique).

Par ailleurs, nous n'avons pas observé d'institutionnalisation dans ses pratiques, mais des moments de synthèse en fin de leçon pendant lesquels elle laisse les élèves s'exprimer après leur avoir posé une question ouverte : « Avez-vous appris quelque chose ? » à la fin de la leçon du cycle *a* (voir 8.2) et « Vous aimeriez poser des questions par rapport à ce problème » à la fin de la leçon de recherche du cycle *c* (voir 8.3). Ainsi, ses discours sont en cohérence avec ses pratiques effectives.

11.1.2.2 Choix de l'enseignante par rapport à l'accompagnement de l'activité des élèves

Interventions de Valentine

Valentine se questionne et questionne le GLS tout au long des deux années sur le degré d'intervention de l'enseignante lors du processus de dévolution et si « c'est bien de le faire » : elle précise que si elle propose un « dessin » alors elle prend à sa charge la modélisation du problème alors qu'elle souhaiterait que ce soit les élèves « qui puissent trouver le dessin » (SC1 - 1:12:51-1:13:44). Elle questionne aussi si elle a le droit d'aider les élèves au début d'une situation-problème. Ce type de questionnement peut s'expliquer par sa représentation de l'enseignement dans laquelle elle dit qu'elle ne doit pas apporter d'aide aux élèves (SC17 -

1:05:35 - 1:06:59 ; SC33 – 22:47 - 23:34), mais entre en tension avec les attentes et demandes des élèves d'obtenir des aides de sa part (SC18 - 1:40:08 - 1:40:13 ; SC18 - 1:27:53 - 1:29:39). Nous avons pu analyser qu'elle n'apporte pas d'explications aux élèves lors de la prescription de la tâche et au début de la recherche laissant les élèves s'expliquer entre eux la tâche lors de la leçon après LS (voir 8.4).

Selon Valentine, les difficultés des élèves viennent de la compréhension des termes de la consigne, en particulier pour les situations-problèmes. Elle explique par exemple le terme « suite » de l'activité « Les 99 carrés » avec des gestes et précise que si les élèves ont compris ce terme alors ils ne peuvent pas démarrer avec un raisonnement incorrect (SC27 - 1:09:47 - 1:10:21). Ses discours sur ses pratiques sont en cohérence avec nos analyses : en particulier lors de la leçon après LS, elle demande aux élèves s'ils ont compris chacun des mots de la consigne les uns après les autres (voir 8.4) ou alors pendant la leçon de recherche du cycle *c* avec le terme « avantageux » (voir 8.3).

Elle se questionne aussi sur le fait de savoir si les élèves se sont approprié ou non le problème, mais explique que ses vérifications concernent davantage les opérations (SC32 – 10:55 – 11:57).

	avant LS	Pendant LS		après LS
En % du temps de travail, *arrondi à l'unité*		cycle *a*	Leçon de recherche *cycle* c	
Interventions de Valentine	87	77	76	71
pendant la prescription	2	30	30	11
pendant les moments de recherche	84	17	17	14
pendant des mises en commun	--	27	27	46
pendant la synthèse	--	3	3	--
Interventions des élèves	13	22	24	27
pendant la prescription	0	0	3	1
pendant les moments de recherche	13	2	15	6
pendant des mises en commun	--	8	2	21
pendant la synthèse	--	12	4	--

Tableau 92 : Évolution du temps de parole de Valentine et des élèves pendant les différents moments des leçons

Nous précisons avant de comparer les indicateurs dans les Tableau 92 et Tableau 93 que les leçons pendant et après LS sont de même type avec des activités consistantes, et que la leçon avant LS repose davantage sur une activité de type entraînement.

D'après ce Tableau 92, nous relevons des différences entre les leçons du dispositif et celles avant et après LS :

- Valentine a organisé des synthèses des procédures suite à des mises en commun uniquement pour les leçons pendant LS

- elle intervient davantage pendant la prescription de la tâche et moins pendant les mises en commun pour les leçons pendant LS que pour la leçon après LS.

Aides aux élèves

Nous caractérisons les aides que Valentine apporte aux élèves à partir du Tableau 93 et de la répartition des aides personnelles et collectives (voir Annexe 53) et nous illustrons ces analyses avec ses discours en séance.

Nombre d'occurrences (% du temps de travail, arrondi à l'unité)	avant LS	cycle *a*	Leçon de recherche cycle *c*	après LS
Aides collectives de Valentine pendant la prescription pendant les moments de recherche pendant les mises en commun pendant la synthèse		 2 (2%)	 6 (6%) 4 (1%) 3 (1%) 0	
Aides collectives de Valentine pendant le travail en atelier pendant le travail en collectif pendant le travail en groupe pendant le travail individuel		 2 (2%)	 11 (8%) 2 (<1%)	
Aides personnelles de Valentine pendant la prescription pendant les moments de recherche pendant les mises en commun pendant la synthèse	 11(9%)	 26 (5%) et 7(2%) avec réduction des exigences math	 77 (22%)	 20 (6%)
Aides personnelles de Valentine pendant le travail en atelier pendant le travail en collectif pendant le travail en groupe pendant le travail individuel	 11(9%)	 26 (5%) et 7(2%) avec réduction des exigences math	 77 (22%)	 20 (6%)

Tableau 93 : Nombre d'aides de Valentine aux élèves aux différents moments des leçons

Valentine aide les élèves de manière individuelle pendant les moments de recherche quelle que soit la forme de travail en collectif, en groupe ou en individuel et elle ne réduit pas ses exigences mathématiques, exceptées pendant le début de la leçon du cycle *a* car elle avait d'abord accepté le rendu de monnaie. Elle apporte des aides collectives aux élèves, lors des moments collectifs et individuels, uniquement pour les leçons pendant le dispositif. Pour les deux autres leçons avant et après LS, elle n'apporte pas d'aide collective aux élèves.

Valentine relève que la gestion collective de l'activité « Dans l'aquarium » était très intéressante concernant les aides collectives, les mises en commun, l'institutionnalisation et qu'elle gérait habituellement cette activité de manière individuelle (SC13 – 53:41 – 53:47). Cette intervention n'est pas de l'ordre de la remise en question de ses pratiques, mais davantage de l'ordre de l'observation et de l'analyse de la leçon de recherche. Nous n'avons pas observé d'aide collective ou de changement vers une gestion plus collective pendant la leçon après LS.

Valentine propose différents types d'aides aux élèves (dessins, matériel, jeu sur les variables numériques en proposant des nombres plus petits), mais se questionne sur comment faire en sorte que les élèves n'aient plus besoin de ces aides pour résoudre les problèmes, notamment pour choisir l'opération qui convient entre l'addition, la soustraction et la multiplication (SC17 - 44:15 - 45:29). Lors de la préparation du cycle *b*, elle dit qu'elle ne proposerait pas le chablon comme aide aux élèves parce qu'elle attendrait qu'ils le demandent (SC12:07:36-1:07:42). Elle ajoute qu'elle arrive à improviser des relances (SC12 - 27:50 - 28:11). Elle se questionne aussi sur ce qu'est la représentation du problème par les élèves, sur la nécessité d'apporter des aides aux élèves et dans quels cas, notamment pour le problème « Les 99 carrés » (SC31b - 20:11 - 21:37).

D'après nos analyses, Valentine a apporté des aides personnelles ou collectives sans réduire ses exigences mathématiques. Elle a utilisé du matériel pour la leçon avant LS (voir 8.1) et apporte peu d'aides pendant les leçons observées (voir 8.2, 8.3, 8.4). Nous en déduisons que ses questionnements sur la nécessité d'apporter des aides et sur le fait de dépasser ce besoin sont en cohérence avec ses pratiques effectives.

11.1.2.3 Bilan des analyses de la composante médiative

Valentine accorde de l'importance à l'organisation de mise en commun (observées dans trois leçons sur les quatre) pour lesquelles les élèves ont la possibilité d'exprimer leurs procédures. Une mise en commun a aussi pour fonction de décontextualiser les connaissances tandis qu'une institutionnalisation porte sur des aspects mathématiques et pédagogiques. Ces deux caractéristiques ont été observées en leçon et ont été exprimées en séance.

La composante médiative des pratiques de Valentine est teintée de questionnements concernant les degrés d'intervention et d'aides de l'enseignante tant lors du processus de dévolution que lors des moments de recherche, concernant les mises en commun et leurs effets sur l'activité des élèves.

11.1.3 Composante personnelle

11.1.3.1 Représentation de l'enseignement des mathématiques

Une certaine doxa

Valentine a une représentation de l'enseignement qui relève d'une certaine doxa dans laquelle elle ne se donne pas le droit d'intervenir pour aider les élèves lors du processus de dévolution de situation-problème, mais aussi lors des moments de recherche des élèves (SC17 - 1:05:35 - 1:06:59 « on nous a quand même appris que la situation-problème, c'est motus et bouche cousue l'enseignant hein, moi j'comprends pas (*imite un élève et une enseignante qui lui fait signe de se taire*) »). Ses discours sur ses pratiques sont en cohérence avec ses pratiques effectives (leçon après LS 12:00 - 12:20 « je ne réponds pas, tu regardes, travaille avec ton voisin », 12:52-13:01 « je ne réponds pas, essaye de comprendre et discute avec Marcella » voir 8.4).

Le facilitateur reprend cette représentation de l'enseignement véhiculée en formation « résoudre des problèmes, c'est surtout n'intervenez pas, surtout ne dites rien, vous l'avez entendu je crois » et Valentine acquiesce (SC18 - 1:27:53 - 1:29:39). Elle a ce type de représentation de l'enseignement, mais le remet en question et profite de cette formation LS pour obtenir des réponses à ses questionnements, notamment sur le degré d'intervention qu'elle a le droit ou non d'avoir pendant les différents moments d'une leçon.

Représentation calculatoire de l'enseignement des mathématiques

Valentine a une représentation calculatoire des mathématiques dans laquelle vérifier si un élève a répondu correctement au problème signifie qu'il faut refaire un calcul. L'extrait ci-dessous se déroule dans le cadre de la séance qui suit la leçon de recherche du cycle *d* avec l'activité « Les 99 carrés ».

> SC28b - 44:48 - 44:54
> Valentine : Tout revérifier c'est refaire le calcul.
> Édith : il [l'élève] a vérifié que son calcul était juste.
> Stéphane : Oui, mais il n'a pas vérifié qu'il avait répondu à la question.

Valentine se questionne sur l'appropriation du problème par les élèves, mais ne remet pas en question sa représentation calculatoire (« est-ce que l'enfant s'est approprié le problème ? Enfin sur l'appropriation, mais ça je ne sais pas comment on peut vérifier... C'est difficile parce que nous nos vérifications, c'est souvent les opérations » SC32 - 10:55 - 11:57).

Représentation de l’enseignement des mathématiques : relevant de la magie et avec des « trucs »

Les mathématiques ont un côté « magique » dans lequel les connaissances mathématiques apparaissent comme des « baguettes magiques » pour résoudre un problème sans que ces connaissances aient été reliées entre elles, expliquées ou justifiées d’un point de vue mathématique (par exemple « C'est quoi la baguette magique pour débloquer... c’est de faire des échanges » leçon du cycle *a* - 45:38 - 46:25). Valentine affirme que les élèves aiment les activités de type énigme et le côté magique dans l’enseignement des mathématiques notamment lorsqu’elle donne des indices pour aider les élèves (SC24 - 1:05:43 - 1:05:59).

Valentine a aussi un enseignement qui s’appuie sur des « trucs » sans apporter les justifications mathématiques aux élèves. Elle explique notamment qu’elle enseigne la multiplication d’un nombre entier par dix en utilisant un truc qui est de mettre un zéro à la fin, mais ajoute qu’« on utilise le truc que si on a compris » (SC2 - 1:23:30 - 1:24:07). De même pour l’enseignement de l’addition et de la soustraction en colonne lorsqu’il y a des retenues, elle explique que les élèves peuvent réussir les tâches avec un truc (SC1 - 1:14:52 - 1:15:56 ; SC3 - 23:41 - 24:10). Un autre exemple de « truc » est lorsque les élèves réalisent une soustraction pour compléter une addition à trou « quand ils sont en situation d'addition à trou c'est la soustraction, mais alors c'est un truc je veux dire » (SC18 - 20:55 - 21:17). Un autre exemple concerne le passage de 999 à 1000, « après neuf cent nonante-neuf, t'apprends par cœur, c'est mille ». Elle demande aux élèves d’apprendre par cœur mais précise qu’elle utilise « des manipulations avec un boulier, avec les blocs multibases. Mais malgré tout, ça reste difficile ces passages. J'ai de la peine à me dire comment faire si au bout d'un moment... » (SC2- 11:49 - 12:40). Son enseignement de la numération et des opérations s’appuie effectivement sur des trucs. De plus, la manipulation de matériel (blocs en base dix, bouliers...) permet de réaliser des liens entre les trucs et les connaissances mathématiques.

Nous allons illustrer à présent une contradiction entre, d’une part, les discours de Valentine en séance concernant l’enseignement avec un truc pour une tâche précise et, d’autre part, nos analyses lors de la séance avant LS dans laquelle elle a proposé cette même tâche. La tâche en question consiste à déterminer le nombre de dizaines d’un nombre. Pour trouver le nombre de dizaines du nombre 963, « les miens d'élèves ils ont appris le truc, il y a nonante-six parce qu’ils vont jusqu’à après le chiffre des dizaines [...] et ils disent ce qu'il reste. [...] je suis sûre qu'ils utilisent que le truc. Personne ne doit savoir pourquoi. Je ne sais pas comment leur faire » (SC7 - 2:19:41 - 2:20:57). Or, lors de la leçon avant LS (qui a eu lieu quatre mois auparavant), nous avons pu observer qu’elle demandait aux élèves de manipuler du matériel en base dix pour expliquer que dans le nombre 1231, il y a 123 dizaines (Avant LS - 1:20:49 - 1:21:09). Elle a ainsi utilisé du matériel pas à pas en décomposant les 123 dizaines contenues dans le nombre 1231. Elle a d'abord expliqué qu'avec 1 unité, on ne pouvait pas former de dizaine, qu'avec 2 centaines, on pouvait former 20 dizaines et qu'avec 1 millier on pouvait former 100 dizaines, puis elle a additionné toutes les dizaines formées pour conclure que le nombre 1231 contient 123 dizaines. Nous en déduisons que son enseignement pour cette tâche précise ne s'est pas appuyé sur un « truc » détaché des connaissances mathématiques, mais bien sur l'aspect décimal de la numération. Nous interprétons cette contradiction entre ses discours et sa pratique par le fait d'une part qu'elle est peu sûre de son enseignement des mathématiques (voir nos analyses de la composante personnelle de ses pratiques, 11.1.3.3), qu'elle dévalue ses compétences d'enseignante dans le cadre des mathématiques (par ses discours sur ses pratiques SC7 - 2:19:41 - 2:20:57), et d'autre part, qu'elle s'appuie sur son expérience qui est pertinente mais qu'elle n'en est pas consciente tout du moins dans ce cas.

11.1.3.2 Caractéristique des pratiques de Valentine

Posture de l'enseignante

Valentine prend une posture d'enseignante qui ne détient pas nécessairement le savoir en mathématique. Quand une discussion porte sur un sujet mathématique en classe, elle reformule et ouvre la discussion pour l'ensemble des élèves. La validation se fait alors par les élèves eux-mêmes qui doivent argumenter leur point de vue. Par exemple, lors du positionnement des blocs en base dix, elle les positionne et demande aux élèves de valider (Leçon avant LS - 1:12:17 - 1:12:32 « Je fais juste là ? Vous me corrigez après parce que moi, je suis pas très au clair »). Elle se met en scène en disant « je suis pas très au clair » afin de solliciter les élèves pour placer les différents blocs en base dix de manière ordonnée.

Rapport aux mathématiques

Valentine a exprimé dès le début de sa participation au dispositif « les maths, c'est ma faiblesse » (SC1 - 26:39 - 27:55), mais avec la volonté exprimée d'améliorer ses compétences dans la discipline « j'espère en tirer non seulement la satisfaction mais en tout cas les compétences pour enseigner les maths mieux » (SC1 - 26:39 - 27:55). Elle exprime également ses doutes par rapport à ses compétences pour enseigner les mathématiques, notamment juste après la leçon de recherche qu'elle a enseignée : « J'ai toujours peur de dire déjà des choses erronées, j'ai peur de ne pas utiliser les bons mots et j'ai peur de... ne pas pouvoir recevoir ce qu'ils [les élèves] vont me dire... et de réagir juste mathématiquement » (SC25b - 2:24:49 -

2:27:49). Son rapport aux mathématiques peut expliquer sa représentation des mathématiques avec des « trucs » qui lui permettent de se rassurer.

Concernant l'organisation générale des différentes disciplines scolaires

Une caractéristique de ses pratiques concerne l'organisation générale des différentes disciplines à l'échelle d'une demi-journée dans sa classe. D'après les échanges informels qui ont suivi la leçon observée avant LS, Valentine explique cette caractéristique « ce qui est assez significatif de mon enseignement, on ne peut pas voir : là, tient elle fait des maths, là elle fait du français, là, elle fait des sciences. Je ne zappe quand même pas d'une branche à l'autre tout le temps ». Elle a une organisation des disciplines par semaine « ça n'est pas inscrit à mon horaire, je sais sur la semaine je sais que je dois faire tant d'heures d'allemand, tant d'heures de machin ». Elle se qualifie d'enseignante « pas très organisée » et se sert de ses nombreuses années d'enseignement pour improviser tant dans son organisation entre les différentes disciplines sur la semaine que dans l'activité proposée en mathématique. Son enseignement ne semble pas fragmenté en discipline. Dans son organisation générale, elle prend en compte les élèves et adapte son enseignement au rythme des élèves (« tant que les enfants suivent »).

11.1.3.3 Bilan des analyses de la composante personnelle

Valentine a une représentation de l'enseignement des mathématiques qui relève d'une certaine doxa qu'elle remet en question en lien avec la composante médiative de ses pratiques. Elle a aussi une représentation calculatoire de l'enseignement des mathématiques qu'elle ne remet pas en question. Sa représentation de l'enseignement repose aussi sur un aspect magique et sur l'utilisation de trucs. Nous avons pu observer en leçon que ses discours sont en cohérence avec ses pratiques pour le côté magique de son enseignement, mais que ses discours sont entrés en contradiction avec ses pratiques pour l'utilisation de trucs. Nous l'expliquons ainsi : elle s'appuie sur ses nombreuses années d'expérience qui l'ont amenée à enseigner de manière pertinente sans qu'elle en ait nécessairement conscience. Elle exprime ses doutes par rapport à ses compétences pour enseigner les mathématiques et a aussi manifesté son souhait d'enseigner mieux les mathématiques grâce à sa participation à la formation LS.

11.1.4 Composantes institutionnelle et sociale

11.1.4.1 Composante institutionnelle

Posture vis-à-vis des ressources

Valentine adopte une posture critique par rapport à certaines activités proposées dans les MER, « pour moi, cette tâche est nulle » (SC11 – 55:39 - 55:46) en parlant d' « Aquarium » ou alors « Ah si Alliance, il est facile » (SC18 – 19:11 – 19:14) mais sans apporter d'arguments (SC1 - 1:12:45 - 1:12:51). Elle a une bonne connaissance des activités proposées dans les MER de 5-6H et critique le fait qu'il n'y en ait pas suffisamment sur certains sujets. En effet, les MER sont un recueil d'activités et la rédaction d'exercices d'entraînement est dévolue à l'enseignante (SC26 – 16:30 - 17:09), ce qui est le cas notamment pour les problèmes de proportionnalité. D'ailleurs, elle ajoute que les seuls proposés sur ce thème sont complexes (SC19 – 1:28:37 – 1:29:32).

Valentine adopte également une posture critique par rapport au plan de leçon élaboré pour le cycle *b* en expliquant que celui-ci, comme les guides du maître des MER, ne propose pas de « marche à suivre » (SC13 – 2:04:41 – 2:05:00). Puis, dans une autre intervention, elle explique que le plan de leçon « Dans l'aquarium » est un document de travail simple à utiliser et elle lui trouve des avantages à ne pas proposer de marche à suivre : « on rentre dedans très facilement, c'est un document de travail, alors on peut tout à fait prendre, identifier, lire entre les lignes, parler de ce chapitre. Donc tu peux de toute façon l'utiliser » (SC34 – 27:32 - 28:31). D'ailleurs, elle a enseigné « Dans l'aquarium » à ses élèves en utilisant ce plan de leçon et a souhaité expliquer au GLS les difficultés qu'elle avait rencontrées. Ainsi, ces interventions concernant ses attentes par rapport au degré de guidage sont contradictoires, mais trouvent un écho avec son questionnement sur le guidage que peut avoir un enseignant lors du processus de dévolution et des moments de recherche (voir nos analyses sur la composante médiative de ses pratiques). En effet, des marches à suivre lui permettraient d'avoir davantage d'indications sur son guidage, autrement dit de savoir ce qu'elle peut ou non faire comme intervention avec ses élèves.

Valentine adopte également une posture critique vis-à-vis des ressources déposées sur Educanet, plateforme collaborative entre enseignants et professionnels de l'éducation (SC34 – 27:32 - 28:31 « sur Educanet, les choses déjà faites, je n'arrive jamais à travailler à ces fiches. [...] un document préparé pour des élèves, ça s'est plus difficile à prendre tel quel, parce qu'on n'a pas été dans la consigne »). Cette intervention entre en résonnance avec sa posture critique sur les autres types de ressources.

Ainsi, Valentine adopte une posture critique vis-à-vis des différentes ressources dont elle dispose soit de manière officielle pour les activités et guides du maître des MER, soit par le travail collectif des LS, soit par des enseignants sur une plateforme de partage de ressources. Elle justifie cette posture critique par une bonne connaissance des différentes ressources et par le fait qu'elle les utilise ou qu'elle les a expérimentées en classe. Mais de ces différentes interventions, nous ne pouvons caractériser ses attentes par rapport à une ressource compte tenu de ses contradictions et parfois de son manque d'arguments pour justifier ses propos.

Résistance de Valentine à modifier les activités

La posture critique de Valentine vis-à-vis des différentes ressources entre en contradiction avec une certaine résistance pour modifier les activités des différentes ressources. En effet, elle a montré une résistance à modifier des activités issues des MER ou d'autres ressources et ceci même si elle a pu observer des problèmes liés à l'activité pendant une leçon de recherche (SC 6 - 47:08 - 49:15 « on a un jeu à disposition, il est fait comme ça. C'est comme ça qu'on l'utilise. Et puis après c'est à l'intérieur de la leçon, on doit différencier, on doit minorer la façon dont c'est lié ou d'appréhender ou d'approcher ou de... mais sans changer »). Cette intervention révèle qu'elle n'agit pas sur les variables des activités, mais sur les déroulements : elle différencie son enseignement par ses interventions. Ses propos sur sa résistance à modifier des activités issues des MER ou d'autres ressources sont en cohérence avec nos observations lors des leçons dans sa classe. Pour la leçon du cycle *a*, elle apporte une modification des règles du jeu sous la pression de l'activité des élèves en classe, puis rectifie sa modification pour rester conforme aux règles du jeu. Elle apporte des modifications par rapport aux plans de leçon, mais pas par rapport aux activités pour les cycles *a* et *c*. Pour la leçon après LS, elle apporte une modification à la consigne « Les 9 boules de cristal » due à son interprétation erronée des termes « au maximum 9 boules ».

Évolution de cette résistance à modifier des activités

Nous allons à présent analyser en détail l'évolution de cette résistance pendant les séances des cycles *a* et *c* pour lesquels elle a enseigné une leçon. Rappelons que le travail collectif lors d'une LS repose sur une part importante d'analyse, d'adaptation et de modification d'activités, tant pendant l'étape 2 du cycle LS, qu'après l'observation de la leçon de recherche, pendant l'étape 4 du cycle LS. Ce travail itératif avec plusieurs leçons de recherche a eu lieu pour les cycles *a*, *c* et *d* : une première leçon de recherche porte sur une première activité qui est éventuellement adaptée et modifiée par rapport à la ressource originale, puis une deuxième leçon de recherche porte sur une deuxième activité qui a été améliorée par rapport aux observations de la première leçon. Nous commençons par analyser les interventions de Valentine concernant cette résistance lors du cycle *a*. Lorsque le GLS planifie une nouvelle leçon de recherche en améliorant « Un drôle de jeu de l'oie », elle montre alors une résistance à modifier cette activité malgré les problèmes observés (SC 6 - 47:08 - 49:15). Puis après un travail sur les améliorations du jeu, elle montre encore sa résistance à modifier le jeu « ça sera un autre jeu. C'est plus du tout le même jeu » (SC6 - 1:00:08 - 1:00:11). Après l'enseignement de la deuxième leçon de recherche, elle relève des problèmes qu'elle a observés dans l'activité des élèves et conclut qu'« on n'a pas vu une amélioration en tout cas... » par rapport aux modifications apportées à la première activité (SC7 - 28:23 - 28:27). Cette posture critique s'oppose au travail collectif qui a mis en évidence les avantages liés aux modifications effectuées à l'activité pour cette deuxième leçon. Elle adopte cette posture critique tout en participant au travail de modifications de l'activité et en proposant elle-même des modifications (SC7 - 58:14 - 1:01:50 ; SC7 - 1:14:47 - 1:14:57). Puis, elle critique les modifications apportées à l'activité car elle a pu observer qu'elles n'ont pas permis de viser plus facilement la connaissance mathématique en jeu et ont eu davantage un effet de « parasite » (SC7 - 1:35:41 - 1:37:04). À la fin de cette même séance, elle conclut que la nouvelle activité créée par le GLS est utile : elle semble avoir été convaincue du travail collectif dans le sens où elle dit qu'elle l'enseignera dans sa classe (SC7 - 2:24:28 - 2:24:58). Ainsi, nous voyons une évolution de cette résistance de Valentine tout au long du cycle *a* et en particulier de la séance 7 : elle adopte une posture critique tout en acceptant de participer au travail collectif de modification de l'activité, émet des réserves sur les effets des modifications testées lors de la deuxième leçon de recherche, mais conclut qu'elle enseignera cette nouvelle activité dans sa classe. Cette posture de résistance à modifier des activités entre en écho avec sa posture d'enseignante dans le dispositif pour laquelle elle montre aussi des résistances (voir les analyses sur la composante sociale de ses pratiques).

Lors du cycle *c*, le GLS planifie une deuxième leçon de recherche à partir d'une activité des MER (« En promotion »). Après une heure de travail sur les améliorations à apporter, Valentine propose de prendre l'activité des MER sans la modifier pour l'enseigner dans sa classe pour la deuxième leçon (SC24 - 1:03:00 – 1:03:31).

Nous relevons une évolution de la posture de Valentine dans le sens où la deuxième année, elle a enseigné « Dans l'aquarium » et pris en compte l'activité des élèves en classe pour proposer des modifications au GLS. Elle a notamment remarqué qu'il n'y avait pas de translation dans l'exemple proposé et qu'il y avait une ambiguïté dans la consigne : est-ce que des poissons translatés restent dans la même position (SC34 – 6:24 - 7:18). Lors de la dernière séance LS, elle propose alors au GLS de modifier l’activité « Dans l’aquarium » ainsi que l’exemple proposé aux élèves.

11.1.4.2 Bilan des analyses de la composante institutionnelle

Valentine ne modifie pas les activités, hormis lorsqu’elle en a une interprétation erronée, mais modifie les déroulements décrits dans les plans de leçon accompagnant les activités des cycles *a* et *c*. En ce sens, ses interventions en séance sur sa résistance à modifier des activités sont en cohérence avec ce que nous avons pu observer dans ses pratiques. Nous relevons un paradoxe dans ses discours par rapport aux MER : d’une part, elle émet une résistance à les modifier lors du travail collectif en séance LS ce qui est en cohérence avec nos observations de classe, d’autre part, elle adopte une posture critique par rapport aux énoncés des activités des MER qui ne sont pas clairs, « hallucinants », avec des termes compliqués pour les élèves (SC1 - 1:12:45 - 1:12:51). Ce paradoxe peut s’expliquer par son rapport aux mathématiques : elle ne s’autorise pas à modifier les activités issues des MER même si elle les juge peu claires. D’une part, elle se positionne en enseignante utilisatrice de la ressource avec le droit d’agir uniquement sur les déroulements et non en conceptrice de la ressource alors même que les MER sont issus principalement d’un travail collaboratif entre enseignants. D’autre part, elle n’estime pas avoir les compétences nécessaires pour le faire (voir la composante personnelle de ses pratiques). Cette résistance à modifier une activité perdure même lorsqu’il s’agit de l’image qui accompagne une activité « parce que le fait que l'allumette ne soit pas de la bonne taille d'une allumette, ça a été mûrement réfléchi par des gens concepteurs » (SC30 - 16:18 - 16:29). Ainsi, nous voyons une résistance à modifier les activités tout au long du dispositif, ce qui est en cohérence avec nos observations des leçons dans sa classe (pendant et après LS). Cette résistance est aussi paradoxale avec le fait qu’elle critique certaines activités sans s’autoriser à les modifier, mais peut s’expliquer par son rapport aux mathématiques.

En conclusion nous distinguons une double posture de Valentine par rapport aux ressources : dans le cadre du travail effectué dans le dispositif LS et dans le cadre de son enseignement en classe. Dans le cadre du dispositif LS, elle adopte une posture critique par rapport à certaines activités des MER, montre une certaine résistance à les modifier, puis accepte le travail collectif de modifications des activités tout en gardant un regard critique et enfin va même jusqu’à demander des modifications supplémentaires à l’activité du cycle *b*, lors de la dernière séance LS. Nous notons donc une évolution de sa posture dans le dispositif LS, une évolution de sa posture de résistance à modifier des activités, une évolution de ses pratiques par une prise de distance et la liberté de modifier des activités issues des MER en lien avec le travail en LS. Dans le cadre de son enseignement (quatre leçons observées), elle adopte également une posture critique par rapport aux activités des MER, mais ne se donne pas le droit de les modifier et agit uniquement sur les déroulements.

11.1.4.3 Composante sociale

Posture de Valentine pendant le dispositif

Valentine montre une certaine résistance à participer au dispositif, notamment lorsque lors de la première séance, la facilitatrice lui demande de se présenter et d'expliciter ses motivations et ses attentes, ainsi que son rapport aux mathématiques et à leur enseignement (SC1 – 26:30 – 26:31 « et si je ne suis pas d'accord »). Elle fait également preuve d'une résistance au travail collectif par rapport à la modification des activités (voir la composante institutionnelle de ses pratiques), mais aussi par rapport aux attentes et questions des facilitateurs concernant une analyse d'activité « donne-nous la réponse, la pédagogue » (SC6 - 10:46 - 10:49). Par ailleurs, sa participation relève d'un « défi » personnel (SC1 - 26:39 - 27:55). Elle adopte aussi une posture critique par rapport aux modalités de travail en séances : les séances ont parfois lieu à deux ou trois semaines d'intervalles et les enseignants se retrouvent à discuter de choix pris la séance précédente, sans avoir noté la démarche qui a abouti à la prise de décision (SC15 – 1:09:17 – 1:09:48). Elle compare cette difficulté à suivre pendant les séances avec celle qu'elle rencontre avec un autre groupe de travail dans lequel elle collabore avec des enseignants en français.

Valentine fait partie des trois enseignantes qui interviennent le plus pendant les séances avec une moyenne de 105 interventions par séance. À titre de comparaison, Océane intervient 119 fois et Anaïs 40 fois en moyenne par séance.

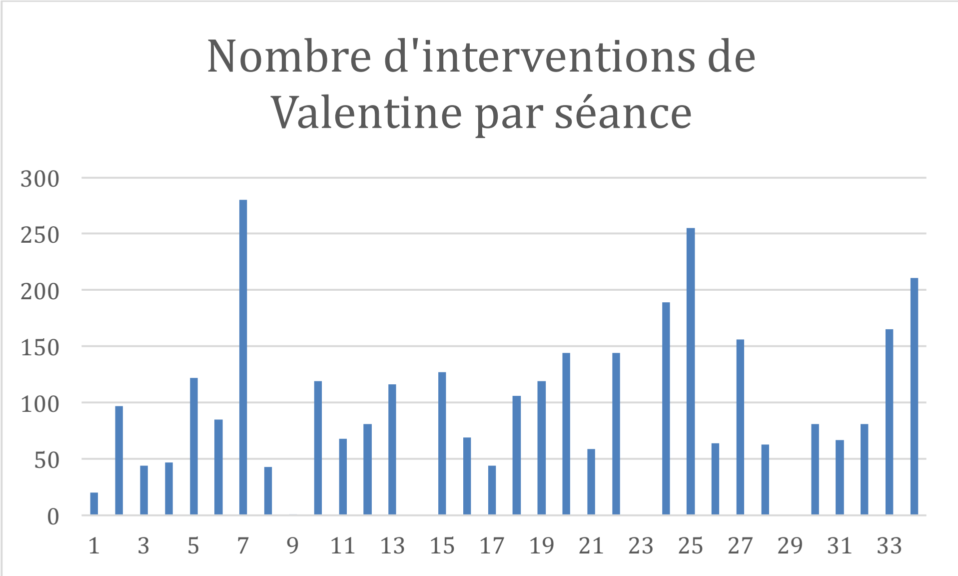


Figure 44: Nombre d'interventions de Valentine par séance

Cet histogramme met en évidence le fait que Valentine intervient le plus lors des séances qui ont suivi les leçons de recherche, indifféremment qu'elle les ait enseignées ou non (séance 7 qui suit la 2ème leçon de recherche du cycle *a*, séance 25 qui suit la leçon de recherche qu'elle a enseignée lors du cycle *c*). En effet, dans le dispositif LS, la leçon de recherche est portée par une enseignante qui va l'enseigner, mais la leçon reste celle du groupe et les discussions portent davantage sur l'enseignement que sur l'enseignante. Lors de la toute dernière séance du dispositif, elle est intervenue également plus de 200 fois, ce qui peut s'expliquer car elle a souhaité faire part de son enseignement de l'activité « Dans l'aquarium » hors dispositif et des modifications qu'elle souhaite apporter.

Valentine profite de sa participation au dispositif pour poser des questions d'ordre mathématique. Un premier exemple (SC7 - 2:21:17 - 2:21:43) concerne des questions d'enseignement pour trouver le nombre de dizaines d'un nombre entier. Un deuxième exemple concerne la décomposition canonique d'un nombre lorsque celui-ci contient un zéro. Les facilitateurs expliquent qu'on n'écrit pas le 0 lorsqu'on écrit en lettres le nombre 609 « six centaines et neuf unités », elle pose alors la question « il me semble que ça, on devrait écrire six centaines, zéro dizaine, neuf unités » et le facilitateur répond « oui » sans davantage d'explications (SC2 - 1:56:35 - 1:57:10). Cette séance 2 s'est déroulée juste avant la séance observée dans sa classe « Avant LS », ainsi elle avait déjà un questionnement sur la décomposition canonique d'un nombre et n'avait pas obtenu de réponse. Lorsqu'elle se retrouve face à l'écriture du nombre zéro pendant la leçon avant LS, elle ne sait pas si elle peut l'écrire 0 centaine, 0 dizaine, 0 unité. Elle s'est retrouvée sans réponse pour le cas limite de l'écriture du nombre zéro en classe avec ses élèves. Cet extrait illustre sa volonté d'enrichir ses connaissances mathématiques pour l'enseignement, mais les séances sur la numération n'ont pas apporté de réponse par rapport à ce questionnement précis.

Lors de la préparation de la 2ème leçon de recherche du cycle *c*, le GLS discute des choix de valeurs numériques et de l'énoncé du problème. Il s'agit de comparer trois situations de proportionnalité dans le problème « Promotion ». Une procédure possible est de comparer le prix pour douze ballons ou pour n'importe quel multiple de douze ballons. Valentine intervient pour questionner « tu veux comparer comment sans passer par le douze ? Moi, je crois que pour comparer il faut passer par le douze » (SC24 - 42 :12-42 :18). En effet, le plus petit commun multiple de douze, six et quatre est douze. Cette intervention montre qu'elle n'a pas vu d'autres possibilités de comparaison. Cela se confirme un peu plus tard pendant cette même séance (SC24 -59:51 – 1:00:13) lorsque le facilitateur propose de comparer avec un autre multiple de douze : trente-six en précisant que ce n'est pas un multiple de vingt-quatre, Valentine répond « quand tu me dis ça, je ne comprends pas ». La suite des discussions porte sur des aspects pédagogiques et les facilitateurs n'expliquent pas pourquoi trente-six n'est pas un multiple de vingt-quatre, ni pourquoi il suffit de comparer les prix pour n'importe quel multiple de douze et pas nécessairement avec douze. Ses extraits illustrent certaines faiblesses de Valentine concernant ses analyses et connaissances en mathématiques, mais aussi le fait qu'elle en est consciente, les verbalise et qu'elle profite de la formation LS pour enrichir ses connaissances, pour essayer de trouver des réponses à ses questionnements d'ordre mathématique. Lorsque nous sommes allée l'observer avant et après le dispositif LS, elle nous a également sollicitée en tant que formatrice pour obtenir des réponses sur des questionnements mathématiques liés directement aux situations d'enseignement observées.

Observation des leçons de recherche

Lors des leçons de recherche, Valentine prend des notes descriptives et précises sur ce que disent et font l'enseignante ainsi que les élèves dès la première leçon de recherche. Elle prend aussi des notes d'analyse de l'activité des élèves : « Louis très à l'aise, corrige, explique », « Louis fait tout : calcule, distribue, donne, reprends... », « confond payer avec échanger »... De même pour la deuxième leçon de recherche du cycle *a*, « la notion d'échange n'est pas claire, même valeur, même poids, balance »... ainsi que pour toutes les leçons de recherche qu'elle a observées. Dans ses notes d'observations, elle précise aussi l'heure et qui parle. Nous voyons qu'elle utilise son expérience de praticienne formatrice lorsqu'elle est en posture d'enseignante observatrice.

Lors de la leçon de recherche du cycle *d*, l’objectif des enseignants observateurs était d’observer les différentes procédures et les difficultés rencontrées par un groupe d’élèves pour le problème « Les 99 carrés », puis de leur apporter une aide si nécessaire (SC27 - 1:07:40 - 1:08:00). Valentine n’a pas suivi les instructions du GLS et a pris en charge la résolution du problème avec les élèves qu’elle observait (SC28b - 1:09:44 - 1:11:37 « j'ai eu l'impression d'avoir fait le problème avec elles pas à pas »). De même, le GLS avait prévu un prolongement à cette activité « combien faut-il d'allumettes pour former une suite de 427 carrés ? » puis, « combien faut-il d'allumettes pour former une suite de 736 de ces nouveaux carrés ? ». Valentine a choisi un autre prolongement avec 36 carrés « j'allais proposer un tout petit nombre pour voir si elles pouvaient réinvestir ce qu'on venait de voir parce que j'avais tellement l'impression d'avoir fait avec elles... si j'avais trente-six carrés, je lui ai demandé » (SC28b - 1:11:49 - 1:12:45). Nous en déduisons que Valentine prend de la distance par rapport au dispositif LS, par rapport aux instructions données aux observateurs pendant une leçon de recherche, tant par rapport à la posture d’observateur que par rapport aux activités à proposer aux élèves.

Analyse des effets du dispositif LS sur ses pratiques après une année par Valentine

Valentine explique que sa participation au dispositif LS « n’a pas beaucoup d’influence » dans le quotidien de sa classe (SC17 - 28:02.9 - 29:38), même si elle a été amenée à se « poser des questions » pour le travail autour des quatre leçons de recherche. Puis elle tient des propos contradictoires « peut-être bien qu’après je peux me dire ça colore forcément le reste. En tout cas, j’espère » (SC17 - 34:29 - 35:24), « ce que tu as fait là, ou ce que tu as entendu, ça t'a nourri et puis, ça a forcément des incidences sur ton enseignement » et elle précise qu’il est difficile de percevoir ou de nommer ces influences en question sur son enseignement (SC17-35:33 - 36:03).

11.1.4.4 Bilan des analyses de la composante sociale

Par rapport au dispositif LS, la posture de Valentine s’opère ainsi : elle fait d’abord preuve de résistance, puis participe activement au travail collectif tout en gardant une posture critique. Elle poursuit l’objectif d’enrichir ses connaissances pour l’enseignement des mathématiques, ce qui l’amène à solliciter le GLS pour obtenir des réponses à ses questionnements d’ordre mathématique ou didactique.

11.2 Catégorisation des pratiques en i-genre

Cette partie s'appuie sur les analyses des pratiques en composantes (11.1) et permet de catégoriser les pratiques de Valentine en niveau de développement, puis d'analyser des évolutions des indicateurs des pratiques pour les leçons observées (Tableau 94). Cette partie apporte des éléments de réponse à la question de recherche concernant des changements de i-genre ou de niveau de i-genre.

		Avant le dispositif LS	Pendant le dispositif LS		Après le dispositif LS
En % du temps de travail (arrondi à l'unité)		Dictée de nombres	« Un drôle de jeu de l'oie... », Leçon hors dispositif -cycle *a*	« Promotion » leçon de recherche -cycle *c*	« Les 9 boules de cristal »
Forme sociale du travail		100	100	100	100
	en collectif	48	73	40	77
	en groupe	0	27	0	23
	en atelier	0	0	0	0
	en individuel	52	0	60	0
Interventions de Valentine		87	77	76	71
	dont rappels à l'ordre	1	1	0	1
Interventions des élèves		13	22	24	27
Prescription de la consigne		2	32	16	12
Recherche des élèves		52	27	62	23
	pas de lecture en acte de l'activité des élèves	pas codé	<1%	1	0
	lecture en acte de l'activité des élèves	pas codé	5	2	5
	lecture en acte de l'activité et des procédures des élèves	pas codé	9	19	2
	Interventions des élèves pendant les moments de recherche	pas codé	10	15	6
	autre	pas codé	3	25	10
Mise en commun		0	35	11	66
	avec explicitation	0	31	8	47
	avec validation	0	10	3	3
	dont explicitations	0	10	<1%	0
	autre	0	4	0	16
Synthèse		0	3	11	0
Institutionnalisation		0	0	0	0

Tableau 94: Indicateurs des pratiques de Valentine pour l'ensemble des leçons observées

Pour catégoriser les pratiques selon ces niveaux, Charles-Pézard, Butlen et Masselot (2012) précisent que les critères ne concernent pas nécessairement toutes les leçons de mathématiques. Dans le cas des leçons pendant et après LS, les quatre premiers niveaux peuvent être observés.

11.2.1 Niveau 1 des pratiques

Pour les leçons observées, Valentine installe une paix scolaire, un climat de confiance et de travail dans lesquels les élèves entrent dans l'activité mathématique et adhèrent à son projet d'enseignement. Elle effectue peu de rappels à l'ordre (entre 0 et 4 interventions par leçon - moins de 1% du temps de travail), ceux-ci concernent le maintien dans l'activité mathématique des élèves et visent le rétablissement d'une posture d'écoute. Ainsi, ses pratiques atteignent le niveau 1.

11.2.2 Niveau 2 des pratiques

Parmi les leçons observées, Valentine a choisi une seule activité consistante (voir analyses de la composante cognitive 11.1.1). Pour les quatre leçons observées, les élèves disposent d'un temps de recherche en collectif, en individuel ou en groupe conséquent entre 27 et 62% du temps de travail. Nous déduisons que les pratiques de Valentine atteignent le niveau 2, moyennant le fait que c'est surtout son implication dans le projet des LS qui le lui permet. Resterait à savoir si elle l'atteindrait uniquement sur la base de l'analyse de ses pratiques « ordinaires ».

11.2.3 Niveau 3 des pratiques

Le niveau 3 des pratiques concerne la présence d'une mise en commun des réponses avec validation et explicitation des procédures des élèves. Comme nous l'avons vu dans les analyses de sa composante médiative (11.1.2), les pratiques de Valentine atteignent le niveau 3 car elle permet aux élèves d'exposer leurs procédures au cours d'un moment collectif avec une validation des procédures de sa part ou de celle des élèves.

11.2.4 Niveaux 4 et 5 des pratiques

Le niveau 4 concerne la hiérarchie des procédures des élèves par l'enseignante et la mise en place de phases de synthèses contextualisées. Lors de la leçon avant LS, les niveaux 4 et 5 n'ont pu être observés.

Lors de la leçon du cycle *a,* Valentine organise des mises en commun qui ont pour objectif d'introduire les échanges comme procédure qui permette de débloquer les situations du jeu

(26:56 - 39:41 et 45:38 – 49:42), d’effectuer une synthèse des connaissances apprises pendant le jeu (55:23 – 57:30) et de conclure sur le nombre de points obtenus par les élèves pendant les parties (58:46 - 1:04:23).

Lors de la leçon du cycle *c*, Valentine a organisé un moment collectif en fin de leçon placé dans le contexte réel de l’école et non dans un registre mathématique. Pendant ce moment collectif, elle laisse la possibilité aux élèves de s’exprimer. Une élève Solange relève alors « j'ai trouvé juste un peu compliqué pour trouver le nombre qu'on devait mettre pour faire le calcul », c’est-à-dire le nombre de ballons qui permettait de comparer les types d’emballages (voir leçon de recherche cycle *c* - 46:44 - 48:05). Dans le deuxième problème « Une autre promotion », les élèves devaient trouver un nombre de ballons qui permette de comparer les trois types d’emballages (c’est-à-dire un multiple commun de 10, 15 et 20) contrairement à l’activité « Promotion » dans laquelle l’enseignante avait donné un multiple commun (24). Le début d’explication pour trouver un multiple commun est donné par Lola (30 n’est pas un multiple de 20), mais Valentine ne complète pas la justification mathématique sur les multiples et revient à des aspects contextuels (nombre de ballons), puis conclut en disant qu’ils reprendront ce que l’un des élèves (Paolo) a dit, mais plus tard. Ainsi, elle ne relève pas les connaissances mathématiques, bien que des élèves aient pointé l’enjeu mathématique des deux problèmes avec la recherche d’un multiple commun et la difficulté d’en identifier. Ainsi, il était réalisable d’effectuer une synthèse contextualisée, puis une institutionnalisation de la recherche d’un multiple commun, en utilisant les procédures des élèves de recherche de multiple commun.

Lors de la leçon après LS, Valentine organise des mises en commun pendant lesquelles les élèves explicitent leurs procédures. Après chaque explicitation de procédure, elle effectue un bilan de la procédure en la reformulant, en la comparant avec une autre déjà présentée et en identifiant les connaissances mathématiques en jeu : organisation de la recherche (32:38-33:07) et le fait qu’on peut additionner le nombre formé du chiffre des dizaines et le nombre formé du chiffre des unités et que cette somme doit être égale à 9, ce qui correspond au nombre de boules (25:28-26:23).

Valentine effectue une synthèse des connaissances mathématiques en jeu pour la leçon du cycle *a* comme prévu dans le plan de leçon. Pour la leçon de recherche du cycle *c*, elle n’effectue pas de synthèse des procédures de recherche d’un multiple commun ni des procédures de résolution du problème « Promotion », alors que des élèves avaient relevé les enjeux mathématiques des problèmes. Pour la leçon après LS, elle n’effectue pas de synthèse des procédures mais les compare entre elles.

Nous allons analyser ce qu'il était possible d'effectuer comme synthèse contextualisée et comme hiérarchie des procédures pour chacune des leçons à partir de l'analyse *a priori* et du contexte global *a posteriori*.

Pour la leçon avant LS, Valentine a choisi une activité dont l'objectif était d'entraîner les élèves aux passages entre différentes représentations des nombres (avec du matériel multicube en base dix, à l'oral et à l'écrit dans un tableau de numération). Compte tenu du contexte global, il n'était pas possible d'organiser une synthèse ou une institutionnalisation suite à cette activité car la leçon de mathématiques n'a duré que 20 minutes et l'objectif était d'entraîner les élèves.

Pour la leçon de recherche du cycle *c*, le GLS n'avait pas planifié d'organiser une synthèse ou une institutionnalisation des connaissances car l'objectif était de travailler sur les aides à la représentation de problème. Dans le plan de leçon, il était prévu d'organiser des moments collectifs qui permettent de pointer le fait que le problème demande de comparer et pour cela qu'il est nécessaire d'avoir un élément commun ou un même nombre de ballons. Ainsi l'« élément commun » qui permet de comparer (ou un même nombre de ballons) n'apparaissait pas explicitement comme étant un multiple commun des trois nombres en jeu (les nombres de ballons dans les trois types d'emballages). Nous en déduisons qu'il était possible d'organiser une synthèse contextualisée ou une institutionnalisation de la recherche d'un multiple commun suite aux interventions des élèves et que cela faisait partie d'une marge de manœuvre laissée à l'enseignante.

Pour la leçon après LS, il n'était pas possible d'organiser de synthèse contextualisée à partir des procédures des élèves ni d'institutionnalisation. En effet, Valentine avait compris qu'il fallait trouver tous les nombres que l'on peut former avec exactement neuf boules et les élèves qui ont présenté des procédures correctes ne l'étaient pas pour elle.

En mettant en relation l'analyse *a posteriori*, ce que les élèves ont effectivement fait pendant les leçons et ce qu'il était possible de faire, nous déduisons que les pratiques de Valentine atteignent partiellement le niveau 4 : d'une part, elle résume et compare les procédures des élèves entre elles sans pour autant les hiérarchiser, d'autre part, elle a organisé des synthèses des procédures pour la leçon du cycle *a*.

Valentine n'a organisé d'institutionnalisation pour aucune des leçons observées, néanmoins elle a identifié les connaissances mathématiques en jeu dans les procédures des élèves lors de la leçon après LS. Nous déduisons que ses pratiques n'atteignent pas le niveau 5 en considérant le contexte global *a posteriori* ainsi que les analyses *a priori* pour les leçons observées.

11.2.5 Conclusion sur l'analyse en niveaux des pratiques

Le Tableau 95 reprend pour chaque leçon les cinq niveaux de développement des pratiques de Valentine.

	Avant LS	Pendant LS		Après LS	Niveau de développement des pratiques
	Dictée de nombres	« Un drôle de jeu de l'oie... » Leçon hors dispositif cycle *a*	« Promotion » leçon de recherche cycle *c*	« Les 9 boules de cristal »	
paix scolaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Niveau 1 atteint
problèmes consistants avec temps de réelle recherche	Non Oui	Oui Oui	Oui Oui	Oui Oui	Niveau 2 atteint
présence de mise en commun des réponses	Non	Oui	Oui	Oui	Niveau 3 atteint
avec validation	Non	Oui	Non	Oui	
avec explicitation des procédures des élèves	Non	Oui	Oui	Oui	
hiérarchie des productions des élèves par l'enseignant	Non	Non	Non	Non Comparaison des procédures des élèves	Niveau 4 Atteint partiellement
phases de synthèses contextualisées	Non	Oui	Oui dans le contexte réel Non dans un contexte mathématique	Non	
présence d'institutionnalisation du savoir ou de la méthode en jeu dans la situation	Non	Non	Non	Non	Niveau 5 Non atteint

Tableau 95 : Niveaux de développement des pratiques de Valentine

Nous concluons que les pratiques de Valentine atteignent partiellement le niveau 4 du i-genre 3. Cette analyse ne permet pas d'observer une évolution des pratiques par un changement de niveau.

11.3 Processus de modifications

Nous allons reprendre pour chaque leçon les modifications que Valentine a apportées à la tâche prescrite, quelle est sa représentation de la tâche prescrite et comment elle a redéfini la tâche. Nous allons étudier quelles sont les sources qui ont joué dans sa représentation et sa redéfinition de la tâche représentée et voir s'il y a eu une évolution dans la prise en compte de ces sources.

Analyses mathématiques

Avant chaque leçon observée, Valentine a préparé la leçon, anticipé le matériel nécessaire, les formes sociales de travail (élèves en groupe, en individuel, en collectif) et effectué les activités mathématiques, exceptées pour l'activité de la leçon avant LS qu'elle a créée. Pour cette leçon, elle n'a pas anticipé le choix des nombres en jeu et a créé l'activité dans l'objectif de travailler des aspects de la numération, conformément au PER. Elle avait des questionnements sur l'écriture canonique d'un nombre et a essayé mais n'est pas parvenue à obtenir des réponses lors d'une séance avant cette leçon (voir 11.1.4.3).

Lors d'une séance du cycle *a*, Valentine a observé une partie d'« Un drôle de jeu de l'oie... » entre enseignantes. Elle a aussi observé la première leçon de recherche avant qu'elle n'enseigne la leçon dans sa classe. Néanmoins, elle dit qu'elle avait porté son attention uniquement sur les élèves et non sur l'enseignante pendant la leçon, ainsi elle ne s'est pas sentie suffisamment préparée pour l'enseigner, ce qui peut expliquer aussi en partie pourquoi elle a accepté les rendus de monnaie au début de la leçon. Elle ne s'est approprié que partiellement ce travail collectif d'analyse et de préparation.

Pour la leçon de recherche du cycle *c*, Valentine a analysé l'activité en séance, mais aussi individuellement : elle a ainsi questionné plusieurs éléments d'ordre mathématique sur l'activité et le plan de leçon lors d'échanges informels avec les facilitateurs avant la leçon (notamment proposer le nombre douze comme aide et effectuer une mise en contexte de l'activité).

Lors de sa préparation de la leçon après LS, Valentine a effectué l'activité mathématique. De plus, elle l'a analysée d'un point de vue didactique, mais s'est retrouvée avec des questions auxquelles elle n'a pas pu apporter de réponse, notamment vis-à-vis de la consigne (plusieurs interprétations d'« au maximum 9 boules »), sur le positionnement des tiges sur le boulier (la correspondance avec notre système de numération est-elle nécessaire ?) et sur son degré d'intervention lors du processus de dévolution (par rapport aux aides à apporter aux élèves).

Nous en déduisons d'une part que Valentine effectue des analyses mathématique et didactique de l'activité (et du plan de leçon) pour chaque leçon observée, mais qu'elle reste avec des questions d'ordre mathématique sans réponse ce qui l'amène à des situations d'enseignement pour lesquelles elle peut se retrouver en difficulté (leçon avant LS) ou alors elle s'est retrouvée à invalider des procédures correctes et valider des procédures erronées (leçon après

LS). Nous relevons également ses questionnements au niveau des aides à apporter aux élèves, de son degré d'intervention lors du processus de dévolution, ainsi qu'une prise de conscience de ne pas prendre à sa charge la modélisation du problème qui doit être dévolue aux élèves.

Modification de l'activité mathématique

Pour chaque leçon observée, Valentine prend des libertés par rapport à la tâche prescrite et modifie l'activité mathématique en fonction de sa prise en compte de l'activité des élèves pendant la leçon (leçon avant LS : pour le nombre zéro et au début de la leçon du cycle *a* : par rapport au rendu de monnaie) ou en fonction de sa représentation de la tâche prescrite (leçon après LS : maintien de son interprétation erronée de la consigne malgré les remarques des élèves). Elle n'a pas modifié l'activité mathématique de la leçon de recherche du cycle *c*, mais le plan de leçon.

Processus de modifications de la tâche prescrite

Le processus de modifications de la tâche prescrite a pour origine ses analyses mathématiques et sa prise en compte de l'activité des élèves pour les leçons avant LS et du cycle *a*. Pour la leçon de recherche et celle après LS, le processus de modifications n'a plus pour origine la prise en compte de l'activité des élèves, mais bien ses analyses mathématiques qui interviennent au niveau de sa représentation de la tâche prescrite. Nous déduisons une évolution dans les sources de ce processus de modifications suite à la participation au dispositif LS : Valentine se questionne davantage d'un point de vue mathématique et didactique lors de la préparation de la leçon. Ainsi lors de ses analyses mathématiques de l'activité, elle doit effectuer des choix par rapport à ses questionnements (notamment elle choisira de proposer les nombres 12 et 24 pour comparer les types d'emballages pour la leçon de recherche contrairement à la tâche prescrite et elle choisira « exactement » au lieu d'« au maximum » de manière arbitraire pour la leçon après LS). Elle ne s'en remettra plus qu'à ses analyses mathématiques au détriment de sa prise en compte de l'activité des élèves en classe, ainsi le processus de modification n'aura plus pour source sa prise en compte de l'activité des élèves.

11.4 Bilan

Après avoir dressé un profil des pratiques de Valentine à l'aide des cinq composantes des pratiques (11.1), nous allons porter un double regard pour ressortir d'une part ce qui a été modifié lors de la leçon de recherche (à partir de son profil décrit en 11.1 et de l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite en 11.3) et d'autre part comment ont été modifiées ses pratiques ordinaires par le dispositif pour la leçon après LS. Enfin, nous synthétiserons les résultats de nos analyses afin d'apporter des éléments de réponse aux questions de recherche dans le cas des pratiques de Valentine.

11.4.1 Modifications des pratiques pendant les leçons du dispositif

Lors des leçons pendant le dispositif, Valentine apporte des aides collectives et organise des synthèses contextualisées, ce qui n'est pas le cas lors des autres leçons observées.

Le processus de modifications de la tâche prescrite a pour sources l'activité des élèves et ses analyses mathématiques pour les leçons avant LS et du cycle *a*.

11.4.2 Modifications dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Suite au dispositif LS, Valentine analyse davantage d'un point de vue mathématique et didactique les activités, ce qui a pour effet que le processus de modifications de la tâche prescrite aura pour source ses analyses mathématiques au détriment de sa prise en compte de l'activité des élèves en classe.

11.4.3 Résistances dans les pratiques ordinaires suite au dispositif LS

Les modifications liées à des caractéristiques de la composante médiative des pratiques de Valentine (aides collectives et synthèses contextualisées) ont été observées lors des leçons pendant le dispositif, mais pas lors de la leçon après LS.

Nous avons relevé une résistance à modifier les activités dans l'enseignement de Valentine. Elle l'explique ainsi : elle privilégie agir sur les déroulements en différenciant son enseignement plutôt que d'agir sur les variables didactiques des activités. Nous considérons que cette résistance a perduré malgré le travail collectif. Elle a proposé d'apporter des modifications à l'activité « Dans l'aquarium » car celle-ci avait été travaillée en séance et avait déjà été modifiée par rapport à l'activité originale. Mais, son intervention en fin de dispositif sur son refus de modifier une image d'une activité des MER montre à quel point sa résistance est installée.

11.4.4 Éléments de réponses aux trois questions de recherche dans le cas de Valentine

Nous allons à présent apporter des éléments de réponse aux trois questions de recherche de cette étude dans le cas des pratiques de Valentine.

Question 1. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite à la tâche réalisée ?

L'analyse du processus de modifications de la tâche prescrite a mis en évidence que les deux sources de ce processus sont la prise en compte de l'activité des élèves et ses analyses mathématiques pour les deux premières leçons. Pour la leçon de recherche et la leçon après LS, la seule source de modifications de la tâche prescrite est ses analyses mathématiques. Nous déduisons de ces analyses que le dispositif LS a eu comme effet une modification des sources de ce processus, autrement dit que Valentine a pris davantage en compte ses analyses mathématiques au détriment de l'activité des élèves en classe.

Question 2. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en niveaux de développement associé au i-genre 3 ?

L'analyse en i-genre a montré que les pratiques de Valentine atteignent partiellement le niveau 4 du i-genre 3. De ces analyses, nous n'avons pas relevé d'évolution de ses pratiques au cours du dispositif.

Question 3. Comment un changement dans les pratiques lors du dispositif LS peut-il être caractérisé par l'analyse des pratiques en composantes cognitive, médiative, personnelle, sociale et institutionnelle ?

L'analyse en composantes des pratiques n'a pas révélé d'évolution du point de vue des composantes des pratiques, mais a illustré toute la complexité des pratiques de Valentine teintées de questionnements et de remises en question, de contradictions et de paradoxes. Ses questionnements portent d'une part sur la composante médiative de ses pratiques : les degrés d'intervention et d'aides de l'enseignante tant lors du processus de dévolution que lors des moments de recherche, concernant les mises en commun et leurs effets sur l'activité des élèves. D'autre part, ses questionnements portent sur la composante personnelle de ses pratiques : sa représentation de l'enseignement des mathématiques relève d'une certaine doxa qu'elle remet en question en lien avec la composante médiative de ses pratiques. Nous avons aussi relevé des contradictions entre ses discours sur l'enseignement avec des trucs et ses pratiques effectives, ainsi qu'un paradoxe dans ses discours par rapport aux activités des MER : elle critique certaines de ces activités, mais résiste à les modifier. Ce paradoxe peut s'expliquer par son rapport aux mathématiques.

Par ailleurs, cette analyse a aussi mis en évidence des résistances au niveau de la composante institutionnelle de ses pratiques (pour la modification des activités) qui peuvent être expliquées par la composante personnelle de ses pratiques, en particulier son rapport aux mathématiques. Cette analyse a aussi montré que la posture de Valentine s'opère ainsi dans le dispositif LS : elle fait d'abord preuve de résistance, puis participe activement au travail collectif tout en gardant une posture critique. Elle poursuit l'objectif d'enrichir ses connaissances pour l'enseignement des mathématiques, ce qui l'amène à solliciter le GLS pour obtenir des réponses à ses questionnements d'ordre mathématique ou didactique.

De cette analyse, nous avons relevé que Valentine a une posture réflexive et critique pendant le dispositif, mais nous n'avons pas ressorti d'évolution de l'une ou l'autre des composantes de ses pratiques.

Partie E Conclusion

Cette recherche a pour objectif d'apporter des éléments de réponses à la question : comment les trois enseignantes choisies pour cette étude ont développé leurs pratiques à travers leur participation à ce dispositif LS particulier. Cette recherche a ainsi tenté par une méthodologie qualitative de s'intéresser à l'évolution de leurs pratiques, aux processus et mécanismes sous-jacents à leurs évolutions. Nous avons ainsi confronté leurs discours sur leurs pratiques avec leurs pratiques effectives, observées pendant les leçons de recherche et les leçons hors dispositif.

La conclusion de cette recherche se structure en trois chapitres : le chapitre 12 propose une synthèse des résultats en relevant ce qui est générique dans les évolutions des pratiques de ces trois enseignantes, pour essayer d'en dégager des profils d'évolution des pratiques, voire des processus ou mécanismes sous-jacents à leurs évolutions, puis une mise en perspective des résultats. Le chapitre 13 présente les limites de la recherche et les difficultés méthodologiques rencontrées. Le chapitre 14 expose des pistes que peuvent apporter les résultats de cette recherche pour la formation d'enseignants primaires et des perspectives de cette recherche dans le champ des *lesson study* et dans le champ de la didactique des mathématiques.

Chapitre 12. Synthèse des résultats

Nous commençons par synthétiser les résultats concernant les pratiques des trois enseignantes, puis nous mettons en perspective ces résultats avec d'autres recherches dans le champ de la didactique des mathématiques et des sciences de l'éducation.

12.1 Évolutions des pratiques des trois enseignantes

Les trois enseignantes présentent des points communs dans leurs profils : elles sont toutes trois praticiennes formatrices avec de nombreuses années d'expérience d'enseignement dans les degrés 5H et 6H (entre 15 et 36 ans), elles ont suivi une formation à l'École Normale et utilisent les mêmes ressources (MER). Elles enseignent dans le même établissement scolaire de Lausanne avec la même direction, les mêmes orientations et suivis pédagogiques, mais dans des bâtiments différents avec des publics différents. Notre étude a mis en évidence que ces trois enseignantes avaient en commun dans leur profil une représentation de l'enseignement qui relève d'une certaine doxa qui a impliqué des résistances dans leurs pratiques.

12.1.1 Ce qui est générique dans les évolutions des pratiques analysées en processus de modifications

L’analyse du processus de modifications de la tâche prescrite a mis en évidence que les sources de ce processus ont été modifiées pour Océane et Valentine, de manière analogue. Dans leurs cas, la prise en compte de l’activité des élèves en classe n’est plus une source de ce processus suite à leur participation à ce dispositif. Nous l’expliquons ainsi : ce dispositif leur a permis d’effectuer un travail conséquent d’analyse mathématique et didactique d’activités qui comprend l’anticipation des difficultés des élèves, des procédures et des aides à apporter aux élèves. Ce travail de préparation et d’analyse a enrichi leurs pratiques dans le sens où elles ont toutes deux réinvesti une partie de ce travail lors de la leçon observée après le dispositif LS. Se sentant mieux préparées, elles ont toutes deux davantage fait confiance à leur représentation de la tâche prescrite et à leurs analyses mathématiques au détriment de leur prise en compte de l’activité des élèves en classe. Dans le cas de Valentine, l’activité des élèves en classe est allée à l’encontre de ses propres analyses : elle n’en a pas tenu compte restant cohérente avec sa représentation de la tâche prescrite et avec ses analyses de l’activité. Dans le cas d’Océane, elle a imposé sa modélisation du problème aux élèves ne leur laissant pas la possibilité d’en avoir une autre et de ce fait a réduit leur activité mathématique.

Quant à Anaïs, la prise en compte de l’activité des élèves en classe n’est plus une source du processus de modifications de la tâche prescrite suite à sa participation à ce dispositif. Mais dans son cas, cette source n’a pas été remplacée par ses analyses mathématiques de l’activité. La source de ce processus est l’aspect du jeu pour les leçons de recherche et après LS. Dans son cas, en plus d’être une source de ce processus, l’aspect du jeu représente une caractéristique importante de ses pratiques qui influe sur les composantes cognitive, médiative et personnelle de ses pratiques. Cette caractéristique ajoutée à des analyses mathématiques incomplètes pour la leçon avant LS ou qui s’opposent à celles du GLS pour la leçon de recherche illustre une résistance de ses pratiques à prendre en compte les apports mathématiques du dispositif LS et ainsi une résistance à évoluer dans ses pratiques d’enseignement.

Dans ces trois études de cas, nous dégageons le fait que la prise en compte de l’activité des élèves en classe n’est plus une source du processus de modifications de la tâche prescrite suite à la participation au dispositif LS. Soit cette prise en compte s’effectue par anticipation lors de la préparation et de l’analyse mathématique et didactique de l’activité, dans ce cas, nous l’interprétons comme une évolution des pratiques, même si celle-ci n’est pas aboutie. Soit l'aspect du jeu demeure une source du processus de modifications au détriment de la prise en compte de l'activité des élèves et dans ce cas, nous l'interprétons plutôt comme une résistance en termes d'évolution des pratiques. Nous interprétons ces analyses d'évolutions des pratiques en dynamique d'équilibre, de déséquilibre et de rééquilibration. Les pratiques d'Océane et de Valentine semblent passer d'un état d'équilibre avant le dispositif LS, a un état de déséquilibre créé par le dispositif. Dans cet état de déséquilibre, ces deux enseignantes ont modifié leurs pratiques notamment lors de la préparation de leçons en effectuant des analyses mathématiques et didactiques de l'activité. Mais elles n'ont pas, ou du moins pas encore, retrouvé d'état de rééquilibration dans lequel elles pourraient faire cohabiter leurs analyses mathématiques et didactiques, leur anticipation de l'activité des élèves avec la prise en compte en classe de l'activité des élèves.

12.1.2 Ce qui est générique dans les évolutions des pratiques par les analyses en composantes

Certaines caractéristiques de la composante sociale des pratiques ont évolué pour Anaïs dans son rôle de praticienne formatrice et pour Océane comme participante aux séances LS ainsi que dans sa posture d'observatrice en leçon de recherche. Il est intéressant de relever que le travail approfondi d'analyses mathématique et didactique d'une activité en séances LS a eu un impact sur les sources du processus de modifications de la tâche prescrite dans les cas d'Océane et de Valentine, autrement dit directement pendant leurs pratiques en classe (et avant la classe) et de manière plus indirecte dans les pratiques d'Anaïs quand elle est en posture de praticienne formatrice avec ses stagiaires.

Quant aux analyses des autres composantes, nous ne relevons pas de points communs entre les évolutions des pratiques des trois enseignantes. Ainsi avec des profils relativement similaires, nous analysons des évolutions de certaines caractéristiques de leurs composantes des pratiques très différentes : des évolutions conjointes de certaines caractéristiques des composantes cognitive, médiative, personnelle et sociale des pratiques d'Océane, une évolution de certaines caractéristiques de la composante sociale des pratiques d'Anaïs et pas d'évolutions visibles au niveau des composantes des pratiques de Valentine.

12.1.3 Ce qui est générique dans les évolutions des pratiques par les analyses en niveaux de développement associés au i-genre 3

Les pratiques d'Anaïs atteignent partiellement les niveaux 2 et 3 des pratiques, celles d'Océane et Valentine partiellement le niveau 4. Nous avons observé des synthèses contextualisées et/ou des institutionnalisations pour les leçons du dispositif LS, mais ni pour

Océane, ni pour Valentine, nous n'en avons observé lors de la leçon après LS. Inversement, Anaïs n'a pas organisé d'institutionnalisation pendant la leçon de recherche du cycle *a*, elle est restée dans le registre des connaissances contextualisées et utiles dans l'activité. Lors de la leçon après LS, elle a organisé une synthèse contextualisée et proposé une fiche d'institutionnalisation détachée de l'activité sur laquelle les élèves venaient de travailler, c'est-à-dire que les élèves avaient à leur charge d'effectuer des liens entre la fiche d'institutionnalisation et l'activité. Nous en déduisons que le travail du GLS sur l'institutionnalisation ne lui a pas permis de le réinvestir lors des séances observées : l'institutionnalisation s'est limitée à une fiche et n'a pas constitué un processus d'enseignement.

Ainsi nous dégageons ce qui est générique dans les évolutions des pratiques : nous n'avons pas observé d'effet du dispositif LS sur les niveaux 4 et 5 ni dans les pratiques effectives, ni dans les discours sur les pratiques lors des séances LS, ceci malgré un travail approfondi sur les mises en commun et l'institutionnalisation.

12.2 Mise en perspective des résultats

12.2.1 Les pratiques : avant, pendant, après la classe

En reprenant les résultats (12.1), nous avons observé des évolutions des pratiques d'Océane et de Valentine concernant leurs pratiques avant la classe (au niveau des analyses mathématiques et de leur représentation de la tâche prescrite) qui ont eu des effets sur le processus de modifications de la tâche prescrite pendant la classe. Nous avons observé une évolution des pratiques en classe uniquement pour certaines caractéristiques de la composante médiative des pratiques d'Océane. Ces résultats viennent en écho avec la note de synthèse de Crahay (1989) qui avait souligné que c'est en dehors de la classe, lorsque les enseignants préparent leurs leçons, que ceux-ci peuvent le mieux penser leur action et se donner le temps d'anticiper différents scénarios et choix possibles. Mais aussi, pour un enseignant, il est plus difficile de changer sa gestion en classe qu'en dehors de la classe.

Les pratiques d'Océane ont évolué notamment parce qu'elle choisit d'enseigner des problèmes qu'elle n'enseignait pas auparavant à toute la classe. Mais cette évolution s'accompagne d'un déséquilibre dans sa pratique car elle impose sa modélisation du problème, prend moins en compte l'activité des élèves pendant la classe et réduit ainsi leur activité mathématique. Valentine quant à elle prépare les activités d'un point de vue didactique et mathématique. Lors de sa préparation émergent des questionnements pour lesquels elle prend des décisions parfois arbitraires (ce qui est le cas pour la leçon après LS). Elle fait davantage confiance à ses analyses et à sa représentation de la tâche prescrite : elle ne les remet pas en question même lorsque l'activité des élèves en classe va à l'encontre de sa représentation de la tâche prescrite et de ses analyses. Nous supposons que l'évolution de ses pratiques et par là son développement professionnel passent par un déséquilibre momentané dans ses pratiques au niveau de la confrontation de sa prise en compte de l'activité des élèves en classe avec ses analyses mathématiques et didactiques préalables. Ainsi, nous interprétons dans une dynamique d'équilibre, de déséquilibre et de rééquilibration l'évolution des pratiques d'Océane et de Valentine. Pour la leçon observée après le dispositif LS, leurs pratiques se trouvent dans un déséquilibre car toutes deux ne prennent plus en compte l'activité des élèves en classe. Or, pour les autres leçons, toutes deux prenaient en compte l'activité des élèves qui était une source du processus de modification de la tâche prescrite. Selon nous, leurs pratiques s'inscrivent dans une dynamique d'évolution car elles se questionnent d'un point de vue didactique et mathématique et anticipent l'activité des élèves avant les leçons, et nous émettons l'hypothèse que la prochaine étape de leur évolution des pratiques devrait être la confrontation de leurs analyses mathématiques et didactiques avec la prise en compte de l'activité effective des élèves en classe, ce qui correspondrait à une rééquilibration de leurs pratiques.

12.2.2 Dimension collective versus dimension individuelle

Le dispositif LS étudié présente une double dimension collective : les enseignants travaillent en collectif lors des séances et les sujets choisis portent sur des dimensions collectives de l'enseignement. En effet, les quatre cycles LS ont porté sur le processus de dévolution (cycle *a*), les mises en commun et institutionnalisation (cycle *b*) et les aides à apporter aux élèves (cycles *c* et *d*). Ainsi, ce dispositif par ces choix de dimension collective de l'enseignement est entré en tension avec l'une des formes sociales de travail habituel des enseignants primaires du canton de Vaud, dit « en atelier », que nous avons pu observer dans les classes d'Anaïs et Océane et également dans les discours de Valentine. Or, ce type d'enseignement ne facilite pas la dimension collective de l'enseignement. Nous en avons analysé deux gestions différentes : Océane effectue les mises en commun à l'ensemble de la classe même si les élèves ont travaillé sur des activités différentes dans d'autres ateliers, ce qui n'est pas le cas d'Anaïs qui organise des mises en commun uniquement pour les élèves d'un atelier.

Ainsi, la double dimension collective du travail dans le dispositif LS va à l'encontre du travail individuel du métier d'enseignant (préparation des leçons) et de l'une des formes sociales de travail habituelles des enseignants primaires du canton de Vaud. Nous avons vu que les pratiques d'Océane ont évolué conjointement pour certaines caractéristiques des composantes de ses pratiques, mais que l'une des limites était son questionnement par rapport à l'enseignement « en ateliers » (en demi-classe) qui lui offre la possibilité de suivre moins d'élèves à la fois et de donner des aides personnelles aux élèves. Nous considérons qu'elle a fait évoluer certaines caractéristiques qui relèvent des composantes cognitives et médiatives de ses pratiques car elle proposait des situations-problèmes uniquement à quelques élèves en autonomie, et maintenant elle les propose en classe entière, ce que nous avons pu observer lors de la leçon après LS. Puis, elle envisage cet enseignement des situations-problèmes en demi-classe, sous forme d'ateliers. Ainsi, elle intègre ce qu'elle a capitalisé de sa formation LS dans ses pratiques ordinaires, en composant avec son type d'enseignement habituel. Selon Goldsmith et al. (2014, p. 20), l'apprentissage des enseignants est progressif et itératif. Nous rajoutons qu'à l'image de l'apprentissage des élèves dans lequel les connaissances nouvelles s'ancrent dans celles plus anciennes, l'apprentissage des enseignants nécessite aussi une réorganisation des pratiques ordinaires avec une intégration des nouvelles pratiques dans leurs pratiques ordinaires.

12.2.3 Dispositif LS en tension avec une doxa partagée par les enseignantes

Notre recherche a mis en évidence un glissement entre une théorie de l'apprentissage socioconstructiviste et l'opérationnalisation de cette théorie en « méthode d'enseignement ». Cette théorie d'apprentissage a été véhiculée en formation initiale et continue avec l'entrée en vigueur des Moyens d'Enseignement Romands à partir des années 1998-1999. Ce glissement entre théorie et opérationnalisation de cette théorie a aussi été mis en évidence dans le contexte de la formation initiale en enseignement primaire à la HEP Vaud (Clerc-Georgy, 2013). Selon cette auteur, la théorie devrait permettre l'appropriation d'outils pour penser, analyser, comprendre ou encore conceptualiser la pratique, et non prendre le rôle de prescripteur de cette pratique. Mais de fait, de nombreux étudiants attendent d'une formation des outils et des recettes pour l'enseignement, ce qui implique qu'ils cherchent à traduire en « marche à suivre » les apports théoriques reçus en formation (Clerc-Georgy, 2013).

De fait, la représentation de l'enseignement des trois enseignantes étudiées repose sur du travail en groupe ou en atelier, les élèves devant être en activité avec peu ou pas d'intervention et d'aide de leur part. Elles favorisent le guidage du travail des élèves en plus petit effectif, sous forme d'ateliers, laissant en autonomie le reste de la classe parfois toute la séance avec du travail individuel ou en groupe sur des activités demandant moins d’interventions de leur part, par exemple des « exercices d’application » pour reprendre les termes d’Océane. Dans leur représentation, elles s’interdisent d’intervenir pour aider les élèves lors du processus de dévolution et des moments de recherche, elles expliquent aussi que les connaissances ainsi que les nouveaux termes à institutionnaliser doivent émerger de l’activité et des interventions des élèves, sans apport de leur part. Ainsi leur représentation de l’enseignement relève d’une certaine doxa issue d’une interprétation du socioconstructivisme, d’un certain glissement entre une théorie et son opérationnalisation en « méthode d’enseignement ».

Un effet de ce type d’enseignement est la réduction de l’activité de l’enseignant pendant chaque moment de l’enseignement : la dévolution, la régulation et l’institutionnalisation. Selon nous, ce type d’enseignement va à l’encontre des pratiques visées par la formation LS et des pratiques promues dans les travaux de Charles-Pézard et ses collègues (2004, 2012). En effet, les pratiques visées laissent une place importante à l’activité de l’enseignant en classe, tant pour l’organisation de mise en commun et d’institutionnalisation, que pour les aides à apporter aux élèves. Or, lorsque les élèves travaillent en « ateliers » sur des activités différentes, il est difficile pour l’enseignant d’organiser des moments de travail collectif (mises en commun, synthèse et institutionnalisation). De plus, ce type d’enseignement exige une autonomie et une motivation personnelle importante de la part des élèves. Le risque est de rendre la gestion de classe plus difficile comme nous avons pu l’observer lors de la leçon avant LS dans la classe d’Anaïs. En effet, les élèves laissés en autonomie l’ont sollicitée tout au long de la séance perturbant son travail avec les élèves d’un atelier.

Cette représentation de l’enseignement trouve un écho dans les travaux de Crinon, Marin et Bautier (2008). Ces auteurs ont étudié les pratiques d’enseignants d’école primaire en France lors de séances de français et ont mis en évidence certaines doxas et principes qui guident des pratiques propices à des malentendus et générateurs d’inégalités scolaires : une classe doit être active, les connaissances viennent des élèves, les savoirs sont répétés et reliés, le sens vient de situations authentiques, l’enseignant observe les apprentissages des élèves et s’y ajuste. Pour ces auteurs, ces doxas et principes résultent de décalages et malentendus liés aux discours tenus en formation initiale. Clerc-Georgy (2013) a montré que les étudiants en formation à l’enseignement primaire à la HEP Vaud quittaient la formation initiale avec l’idée que le savoir devait venir des élèves, c’est-à-dire être découvert et/ou énoncé par les élèves. En écho à ces travaux (Clerc-Georgy, 2013; Crinon et al., 2008), nous constatons que la représentation de l’enseignement qui guide les pratiques des trois enseignantes étudiées repose sur ces principes : la classe doit être active et les connaissances doivent venir des élèves. Dès lors, l'origine de ces doxas et principes constatés dans différents contextes en France et en Suisse, en français et en mathématiques, ne peut être imputée qu'aux formations initiales et continues, ou qu'aux Moyens d'Enseignement Romand. D'autres recherches seraient nécessaires pour en déterminer les origines.

À plusieurs reprises lors des deux années du dispositif, les facilitateurs sont entrés en tension avec cette doxa partagée par les enseignantes. Est-ce que le dispositif LS a agi sur cette doxa ? Comme nous l'avons vu, la représentation de l'enseignement a été une résistance au niveau de la composante médiative des pratiques d'Anaïs : elle n'a pas apporté d'aides collectives de manière volontaire pour une leçon préparée en séance et enseignée hors dispositif. Or ces aides collectives avaient été préparées par le GLS et avaient fait l'objet du travail de deux cycles LS. Nous avons observé qu'elle n'a pas remis en question ses pratiques malgré son propre constat que très peu d'élèves avaient compris les enjeux de l'activité qu'elle a proposée. Valentine a remis en question cette doxa, mais nous n'avons pas observé d'évolution de caractéristiques des composantes de ses pratiques et en particulier par rapport aux aides collectives pour la leçon après LS. Quant aux pratiques d'Océane, cette représentation de l'enseignement ainsi que la composante institutionnelle de ses pratiques ont expliqué une stabilité de ses pratiques concernant les niveaux 4 et 5 de développement des pratiques, qui peut s'interpréter en résistance par rapport au travail mené lors du dispositif LS. En effet, nous n'avons pas observé d'institutionnalisation lors de la leçon après LS, ni d'évolution de ses discours par rapport à l'institutionnalisation, de plus elle a expliqué qu'elle n'en organisait pas dans ses pratiques ordinaires.

Selon Goldsmith et al. (2014), il est possible d'influencer les croyances des enseignants lorsque plusieurs éléments sont réunis :

> Collaboration with colleagues can spark the need for teachers to explain their practices and to articulate rationales for instructional decisions, help teachers to make tacit ideas visible, subject ideas to shared scrutiny, and develop deeper, more widely shared understandings of students' learning, thereby influencing teachers' beliefs (Chazan et al. 1998; Horn 2005; Kazemi and Franke 2004). (Goldsmith et al., 2014, p. 15)

Dans notre étude, nous considérons que le dispositif LS réunit ces différents éléments de collaboration, d'explicitation des pratiques et des idées tacites des enseignants... Mais pour deux enseignantes sur les trois, nous n'avons pas observé de changement dans cette doxa : celle-ci a été questionnée pour Valentine, a évolué pour Océane et a fait preuve de résistance dans l'évolution des pratiques d'Anaïs.

12.2.4 Parallèles entre l'apprentissage des enseignants en LS et l'apprentissage des élèves en classe

Nous mettons en parallèle les processus de décontextualisation et de recontextualisation des connaissances pendant le travail collectif lors d'un cycle LS et pendant une leçon. Le travail en LS commence par un travail sur les connaissances décontextualisées (étape 1 du cycle LS), puis se prolonge par une contextualisation des connaissances visées dans le cycle avec le choix d'une activité et la préparation d'un plan de leçon (étape 2 du cycle LS). Le plan de leçon met alors en œuvre ces processus à plusieurs niveaux : les connaissances décontextualisées sont explicitées (sujet mathématique du cycle), puis elles sont contextualisées dans l'activité (avec des indications sur les déroulements) et enfin l'enseignant a la charge de les décontextualiser lors de la leçon de recherche (cela a été explicité lors du cycle *b*, mais pas lors du cycle *a*).

Nous établissons aussi un parallèle entre une théorie d'apprentissage socioconstructiviste et le mode opératoire de la formation LS. Dans cette formation particulière, Anne et Stéphane ont privilégié la coconstruction des connaissances avec les enseignants tout en conservant un rôle d'expert qui apporte du contenu didactique et pédagogique à certains moments. Leurs postures se sont inscrites dans des paradigmes historico-culturels et constructivistes transférés à une situation de formation.

Fujii (2017) établit un parallèle entre l'enseignement des mathématiques par la résolution de problèmes et l'apprentissage des enseignants en situation de formation *lesson study*. D'un côté, l'objectif d'une leçon de résolution de problème n'est pas d'obtenir la réponse au problème, mais plutôt d'enseigner de nouvelles connaissances mathématiques (p.95). Cet enseignement basé sur la résolution de problème vise des aspects de contenus (nouvelles connaissances) et de processus (rendre les élèves capables de raisonner et de résoudre ces problèmes). D'un autre côté, l'objectif d'une leçon de recherche dans un cycle LS n'est pas seulement de développer ou d'approfondir les connaissances mathématiques (du contenu) des élèves, mais aussi de promouvoir la façon de penser mathématique des élèves et leurs habitudes de penser (p.94). Les LS permettent aux enseignants d'apprendre à enseigner aux élèves du contenu et des processus pour que les élèves puissent raisonner par eux-mêmes (p.95). Nous rajoutons un parallèle dans la posture de « chercheur » prise par les enseignants à l'intérieur du dispositif LS avec notamment la rédaction d'un plan de leçon final (voir 1.4.2.3) et la posture prise par les élèves en situation de résolution de problème.

Nous établissons aussi un parallèle entre la ZPD des élèves dans leurs apprentissages en classe et la ZPD des enseignants dans leurs pratiques (Valsiner, 1987). Par exemple, Océane a organisé une synthèse et une institutionnalisation lors des leçons de recherche et celles préparées en séance LS, ce qu'elle ne fait pas dans ses pratiques ordinaires. Nous l'interprétons ainsi, le dispositif LS a incité Océane à sortir de la ZPD de ses pratiques ordinaires. D'ailleurs, les discours sur ses pratiques confirment nos observations. Ainsi, il y a bien cohérence entre ses discours sur les pratiques et ses pratiques effectives, ce qui pourrait être un levier de développement professionnel (Roditi, 2011). Mais, nous faisons l'hypothèse supplémentaire que pour qu'il y ait une évolution de ses pratiques concernant l'organisation de synthèse et d'institutionnalisation, il faut en plus de cette cohérence qu'Océane se situe dans la ZPD de ses pratiques, ce qui ne semble pas être le cas.

Ces parallèles entre apprentissage des élèves en classe et apprentissage des enseignants en LS sont d'autant plus intéressants que le focus des enseignants pendant chaque étape d'un cycle LS est l'apprentissage des élèves. Ainsi, nous observons une centration des enseignants sur l'apprentissage des élèves pendant leur travail en LS. Or, l'apprentissage des élèves repose sur une interprétation de la théorie socioconstructiviste dans la doxa partagée par les trois enseignantes. De plus, les conditions de formation s'appuient aussi en partie sur cette même théorie. Nous pouvons dès lors nous interroger sur la difficulté des enseignantes à dépasser cette doxa qui influe sur leur représentation de l'enseignement.

12.2.5 Notion de résistance dans les pratiques

Dans cette partie, nous questionnons la notion de résistance dans les pratiques. Nous avons inscrit notre recherche dans le cadre de la double approche qui est née dans les années 1990-2000 faisant suite au développement des ingénieries didactiques. Dans ces ingénieries, des chercheurs créaient des situations (au sens de la TSD) et les expérimentaient dans les classes, puis étudiaient les pratiques des enseignants. Ils ont ainsi étudié ce qui n'était pas mis en œuvre dans les classes par les enseignants, les résistances par rapport aux ingénieries didactiques qu'ils avaient développées. Nous avons repris cette notion de résistance dans les pratiques, des travaux de Charles-Pézard, Butlen et Masselot (2012) et Peltier-Barbier et ses collègues (2004). Nous questionnons cette notion au vu des résultats de notre recherche. Ne vaudrait-il pas mieux parler de changements dans les pratiques qui peuvent se manifester de différentes manières : en résistance ou en évolution ? Les changements peuvent se manifester en résistance lorsque l'enseignante n'applique pas dans ses pratiques ordinaires ce qui a été valorisé lors du dispositif, par exemple ne pas organiser d'institutionnalisation ou ne pas apporter d'aides collectives. Nous précisons que nous qualifions certaines caractéristiques de résistances dans les pratiques lorsque les pratiques effectives, observées lors de la leçon après

LS, sont en cohérence avec les discours sur les pratiques. Les raisons de ces résistances peuvent être la représentation de l’enseignement qui va à l’encontre d’une aide collective (cas des pratiques d’Anaïs) ou encore parce qu’organiser une institutionnalisation ne semble pas se situer dans la ZPD de l’enseignante (cas des pratiques d’Océane).

Les changements dans les pratiques peuvent se manifester également en évolution. Ce terme d’évolution induit une direction implicitement souhaitée : celle vers le i-genre 3 favorisée dans des travaux (Charles-Pézard, Butlen & Masselot, 2012; Peltier-Barbier et al., 2004), mais également par les facilitateurs de ce dispositif LS, au vu des choix de formation effectués lors des quatre cycles. Ainsi, nous voyons que le cadre théorique choisi de la double approche est cohérent avec les valeurs sous-jacentes de ce dispositif de formation particulier.

Chapitre 13. Limites de la recherche et difficultés méthodologiques

Nous allons exposer ici des limites de la recherche et des biais d'ordre méthodologique que nous avons rencontrés lors de notre étude.

13.1 Limites de la recherche

Une limite repose sur le côté longitudinal de la recherche : nous avons relevé des données de recherche pendant plus de deux ans, avec pour chaque enseignante une seule leçon avant et une seule leçon après le dispositif LS. La participation à ce dispositif a impliqué des contraintes et un investissement important de la part des enseignantes, nous n'avons donc pu filmer qu'une leçon avant et une après le dispositif pour notre recherche. Nous avons pallié ce manque de leçons observées pour analyser les pratiques effectives par un nombre conséquent de séances collectives. Par ailleurs, les données issues des séances collectives se sont révélées riches et authentiques. En effet, les enseignantes ont eu une parole libérée, ne se sont pas senties jugées, en partie grâce au climat de travail bienveillant mis en place par les facilitateurs. Ainsi, la richesse de ces données nous a permis d'avoir de nombreuses informations sur les discours sur les pratiques.

Une autre limite repose sur le choix des sujets mathématiques des leçons observées pour chacune des enseignantes. En raison des contraintes liées au dispositif LS, nous n'avons pu ni choisir les sujets mathématiques, ni observer des leçons pour une même enseignante sur un seul sujet mathématique.

Une autre limite est liée au fait que cette recherche ne s'est intéressée qu'à un dispositif LS particulier et à trois enseignantes en particulier parmi les huit. Le chapitre 12 fait état de déséquilibre dans les pratiques de deux enseignantes parmi les trois et nos données de recherche ne permettent pas d'observer de rééquilibration de leurs pratiques effectives, mais seulement au niveau des discours sur les pratiques pour l'une des deux. Par ailleurs, deux années après la fin de ce dispositif, des formateurs de la HEP ont présenté des projets de formation *lesson study* sur le même modèle que celui étudié, en mathématiques, en sciences, en français et en géographie dans le même établissement scolaire. Une quarantaine d'enseignants parmi la centaine de l'établissement se sont montrés intéressés et se sont préinscrits dans les projets proposés. Parmi eux, Anaïs, Édith, Océane, Marius et Caroline participeront à des groupes *lesson study* en mathématiques ou dans d'autres disciplines. Seules trois enseignantes du GLS ne se sont pas réengagées dans un groupe *lesson study* pour des raisons liées à des changements professionnels. Ainsi, ce premier dispositif LS dans cet établissement a enclenché une dynamique de développement professionnel qui s'est généralisé à une partie des enseignants de l'établissement. En particulier, la participation au dispositif LS étudié a enclenché une démarche de développement professionnel inscrite sur du long terme pour Anaïs et Océane. Obtenir des données supplémentaires deux années après la fin du dispositif LS avec ces deux enseignantes nous permettrait peut-être de confirmer une évolution de leurs pratiques et une rééquilibration pour les pratiques d'Océane.

13.2 Difficultés méthodologiques

13.2.1 Récolte des données et constitution du groupe d'enseignants

Une difficulté a été de constituer un groupe de cinq ou six enseignants volontaires pour participer à un dispositif de formation continue innovant (et inconnu en 2012/2013 en Suisse Romande), qui implique un investissement en temps et qui s'inscrit sur du long terme. Les directions d'établissement ont tout de suite montré leur intérêt et leur adhésion au projet, mais les enseignants bien qu'intéressés n'ont pas tout de suite manifesté leur envie d'y participer. L'une des raisons était qu'en 2013/2014, les nouveaux MER en sciences venaient de paraître et que les enseignants rencontrés ressentaient davantage le besoin d'une formation continue en sciences qu'en mathématiques. Puis, fin juin 2013, un groupe de huit enseignants s'est finalement constitué et a démarré en septembre 2013.

Une autre difficulté a été de pouvoir retourner dans les classes des trois enseignantes presque huit mois après la fin de la formation car nous avions reçu leur accord pour retourner les filmer dans la continuité de la formation et pour des raisons qui me sont personnelles, cela n'a pas été possible.

13.2.2 Posture d'assistante

Une difficulté d'ordre méthodologique a été mon positionnement lors de cette recherche. J'étais assistante sur le projet de recherche mené par les deux facilitateurs (Anne et Stéphane) et j'avais comme contrainte de rester extérieure à la formation, sans pouvoir intervenir sur des notions mathématiques même lorsque j'étais sollicitée directement par les enseignants pendant les séances, les moments informels ou les leçons filmées hors dispositif. Sur l'ensemble des séances, des écarts à cette règle se sont produits notamment lorsque j'étais sollicitée directement par les facilitateurs ou lorsque le facilitateur en didactique des mathématiques était absent. Ce fut le cas lors d'un moment informel suite à la leçon de recherche du cycle *b* : je suis intervenue auprès d'Anne sur des questions mathématiques concernant les isométries.

Lorsque je suis allée filmer les leçons hors dispositif, j'avais demandé aux enseignantes d'effectuer la leçon qu'elles avaient prévue, sans tenir compte de ma présence. Dans les faits, Valentine et Anaïs ont effectivement suivi ce qu'elles avaient préparé sans tenir compte de ma présence. En revanche, Océane a choisi d'enseigner une activité qu'elle n'enseignait jamais lorsque je suis venue dans sa classe avant le dispositif. Lors de la leçon après LS, elle a choisi d'enseigner une situation-problème le jour où je suis allée dans sa classe, mais elle l'enseignait pour la deuxième fois et je n'étais pas présente la première fois. En conclusion, ma présence ne semble pas avoir influencé le choix des activités hormis pour la leçon avant LS dans la classe d'Océane.

13.2.3 Codages

Nous avons eu des difficultés pour analyser les pratiques lorsque l'enseignement était sous forme d'« ateliers » : pour reconnaître les différents moments de recherche et de mises en commun car les élèves n'avaient pas les mêmes activités à effectuer en même temps et la gestion de l'enseignante n'était pas la même pour les différents ateliers. Nous avons pris le parti de coder les données du point de vue de l'activité des élèves, il y a ainsi parfois un double codage de moment de recherche pour un atelier et de mise en commun pour un autre atelier.

Chapitre 14. Perspectives pour la formation et pour la recherche

14.1 Perspectives pour la formation des enseignants primaires

Notre recherche a mis en évidence le fait que la représentation de l'enseignement des trois enseignantes relève d'une certaine doxa partagée et que celle-ci influence leurs pratiques. Ainsi, l'un des premiers résultats est la prise de conscience de cette doxa relevée en partie aussi dans d'autres travaux et dans d'autres contextes (Clerc-Georgy, 2013; Crinon et al., 2008), et les impacts de cette doxa sur l'évolution ou la résistance des pratiques à évoluer.

Un autre résultat qui peut être utilisé en formation relève de la méthodologie d'analyse des pratiques en processus de modifications de la tâche prescrite. En effet, un formateur qui a conscience des différentes sources de ce processus et des priorités entre elles peut agir sur celles-ci en formation initiale ou continue. D'après nos analyses, la prise en compte de l'activité des élèves n'était plus une source de ce processus au profit des analyses mathématiques et didactiques préalables de l'activité pour deux enseignantes sur les trois, et cela a provoqué un déséquilibre dans les pratiques : une réduction de l'activité mathématique des élèves ou une non-prise en compte des procédures correctes des élèves au détriment de la procédure incorrecte de l'enseignante. Sachant que le dispositif LS peut déstabiliser les pratiques, il faudrait agir sur la représentation de la tâche prescrite, en outillant l'enseignant pour réaliser des analyses mathématiques et didactiques pertinentes comme cela a pu être le cas lors des séances LS. Il faudrait aussi l'outiller par rapport à la prise en compte de l'activité des élèves en classe, surtout lorsque celle-ci va à l'encontre de ce qu'il a anticipé. Il faudrait également l'outiller pour qu'il prenne en compte l'activité des élèves en classe et qu'il n'impose pas sa modélisation du problème.

14.2 Perspectives pour la recherche

14.2.1 Du côté des *lesson study*

Les *lesson study* se sont développées dans la recherche en sciences de l'éducation avec notamment le congrès international annuel WALS[59] et la revue internationale IJLLS[60] qui leur sont spécifiquement consacrées. Les recherches en sciences de l'éducation et en didactique des mathématiques mettent en avant l'efficacité de ce dispositif dans le développement des connaissances mathématiques pour l'enseignement et dans le développement professionnel des enseignants (quelques ouvrages de référence: Burghes & Robinson, 2010; Dudley, 2015;

[59] http://www.walsnet.org/, consulté le 28 Mai 2018.
[60] http://www.emeraldinsight.com/journal/ijlls, consulté le 28 Mai 2018.

Fernandez & Yoshida, 2004; Hart et al., 2011; IMPULS, 2017; Inprasitha, Isoda, Wang-Iverson & Yeap, 2015; Isoda et al., 2007; Lewis & Hurd, 2011; Matoba et al., 2006; Stepanek et al., 2007). Par ailleurs, dans une méta-analyse de 643 programmes de développement professionnel en mathématiques aux États-Unis, Gersten, Taylor, Keys, Rolfhus, et Newman-Gonchar (2014) ont mis en évidence que seulement deux programmes, dont un en LS (Perry & Lewis, 2011), ont obtenu des effets statistiquement significatifs sur les compétences des élèves en mathématiques d'après des indicateurs de l'US Department of Education Institute of Education Sciences. Mais comme l'a souligné Goldsmith et ses collègues (2014), peu d'études qualitatives se sont intéressées aux processus d'évolution des pratiques des enseignants engagés dans des formations *lesson study*, ce que nous avons tenté de réaliser. Dans notre recherche, nous avons fait le choix difficile de confronter les discours sur les pratiques avec les pratiques effectives, ce qui a pu réduire nos résultats en termes d'« efficacité » du dispositif *lesson study* comme dispositif de développement professionnel, mais ce qui les légitime d'autant plus selon nous.

14.2.2 Du côté de la didactique des mathématiques

Cette recherche s'est inscrite dans un prolongement de la thèse de Mangiante (2007) et a pu montrer par un croisement d'outils théoriques de la Double Approche, les apports et intérêts d'étudier les pratiques en niveaux de développement et en composantes pour expliquer les logiques d'action qui sous-tendent les processus de modifications de la tâche prescrite.

Dans la continuité de la thèse de Clivaz (2011), cette recherche a pu montrer que le dispositif *lesson study* agit de manière effective sur les pratiques des enseignantes étudiées. Les travaux actuels de Clivaz (Clivaz, 2016; Clivaz, Clerc-Georgy & Batteau, 2016; Ni Shuilleabhain & Clivaz, 2017) se placent dans un autre cadre théorique, celui des Connaissances Mathématiques pour l'Enseignement (Ball, Thames & Phelps, 2008) et de la structuration du milieu (Margolinas, 1995, 2002), mais utilise une partie de ces mêmes données. Ces travaux pourraient ainsi enrichir cette étude pour différencier quelles Connaissances Mathématiques pour l'Enseignement se sont modifiées sur du long terme et quels niveaux d'activités de l'enseignant et de l'élève sont affectés. Un croisement de ces analyses dans ces cadres théoriques et celui de la double approche est envisagé et pourrait enrichir notre compréhension de l'évolution des pratiques des trois enseignantes choisies pour cette étude.

Nous envisageons aussi de prolonger cette recherche sur les pratiques enseignantes en nous focalisant sur les gestes professionnels de l'enseignant lors de la gestion des mises en commun dans le cadre de résolution de problèmes travaillés dans des dispositifs *lesson study*.

Cette étude a confirmé l'hypothèse soutenue dans le cadre de la Double Approche : les pratiques se constituent en un système complexe et cohérent. Le dispositif *lesson study* a agi tels une « crise » ou un perturbateur sur les pratiques, déstabilisant les pratiques ordinaires des enseignantes pendant les leçons du dispositif (leçons de recherche et leçons préparées lors des séances). Notre étude longitudinale n'a pas permis d'observer une rééquilibration des pratiques suite à ce déséquilibre. Notons toutefois qu'une des trois enseignantes, Océane, donne des indications sur comment va s'opérer cette rééquilibration de ses pratiques : elle choisit d'enseigner des situations-problèmes à ses élèves en demi-classe. Ce choix correspond à un ancrage dans ses pratiques ordinaires de ce qu'elle a pu acquérir lors de cette formation. Les deux autres enseignantes n'ont pas donné dans leurs discours d'indications sur une future rééquilibration de leurs pratiques. Cette étude a permis de montrer que le dispositif *lesson study* a enclenché une dynamique de développement des pratiques, même si cette dynamique est passée par une déstabilisation des pratiques ordinaires. Par ailleurs, une partie des enseignants de l'établissement ont intégré différents dispositifs *lesson study* en mathématiques et dans d'autres disciplines trois années après la fin du dispositif étudié pour cette recherche. Il serait alors intéressant de réfléchir en dynamique de développement professionnel collectif.

Allard, C. (2015). *Étude du processus d'institutionnalisation dans les pratiques de fin d'école primaire : le cas de l'enseignement des fractions.* (Thèse de doctorat), Université Paris Diderot, Paris. Consulté le 10 mai 2016 dans https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01249807/document

Arditi, S. (2011). *Variabilité des pratiques effectives des professeurs des écoles utilisant un même manuel écrit par des didacticiens.* (Thèse de doctorat), Université Paris Diderot, Paris. Consulté le 14 juin 2018 dans https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00750970/

Ba, C. & Dorier, J.-L. (2007). Liens entre mouvement de translation et translation mathématique: une proposition pour un cours intégrant physique et mathématiques. *REPERES-IREM, 69*, 81-93. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/69_article_475.pdf

Baetschmann, K., Balegno, M., Baud, E., Chevalley, M., Clerc-Georgy, A., Clivaz, S., . . . Weber., A. (2015). Une expérience de Lesson Study en mathématiques en 5-6 Harmos. *L'Educateur, 11*, 32-34. Consulté le 10 mai 2016 dans https://orfee.hepl.ch/handle/20.500.12162/672

Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education, 59*(5), 389-407. doi:10.1177/0022487108324554. Consulté le 14 juin 2018 dans https://www.math.ksu.edu/~bennett/onlinehw/qcenter/ballmkt.pdf

Batteau, V. (2015). Une analyse a priori de la tâche: "Les 9 boules de cristal". *Revue de Mathématiques pour l'école, 223*, 8-13. Consulté le 13 juin 2018 dans http://www.revue-mathematiques.ch/files/1314/6288/8783/ME223_Batteau.pdf

Batteau, V. (2017). Using Lesson Study in mathematics to develop primary teacher's practices: a case study. *Quadrante, XXVI*(N.°2), 127-157. Consulté le 10 juin 2018 dans http://www.apm.pt/portal/quadrante.php?rid=228065&id=10819

Batteau, V. & Clivaz, S. (2016). Le dispositif de lesson study: travail autour d'une leçon de numération. *Grand N, 98*, 27-48. Consulté le 13 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=98

Batteau, V. & Dorier, J.-L. (2018). L'enseignement des transformations géométriques à l'école primaire dans le cadre d'un dispositif de formation Lesson Study en Suisse Romande. *Petit x*(106), 5-38. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique25&num=106

Bell, B. & Gilbert, J. (2004). A model for achieving teacher development. In J. Gilbert (Ed.), *The Routledge Falmer reader in science education* (pp. 258-278). New York: Routledge Falmer.

Bkouche, R. (1991). De la géométrie et des transformations. *REPERES-IREM, 4,* 134-158. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/4_article_25.pdf

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher, 33*(8), 3-15. Consulté le 14 juin 2018 dans http://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X033008003

Bridoux, S., Chappet-Paries, M., Grenier-Boley, Hache, C. & Robert, A. (2015). *Les moments d'exposition des connaissances en mathématiques (secondaire et début de l'université)* (Vol. 14). Paris: IREM. Consulté le 11 juin 2018 dans http://numerisation.irem.univ-mrs.fr/PS/IPS15005/IPS15005.pdf

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques *Recherche en didactique des mathématiques, 7*(2), 33-115. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Fondements-et-methodes-de-la.html

Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 9*(3). Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Le-contrat-didactique.html

Brousseau, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. Cours 1 Structures et fonctionnement du système didactique. In R. Noirfalise & M.-J. Perrin-Glorian (Eds.), *Actes de la 8ème Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques.* (pp. 3-46). Clermont-Ferrand: IREM de Clermont-Ferrand.

Brousseau, G. (2003). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. Consulté le 14 juin 2018 dans http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant: savoir faire, savoir dire.* Paris: Presses universitaires de France.

Burghes, D. N. & Robinson, D. (2010). *Lesson Study: Enhancing Mathematics Teaching and Learning*. Reading (GB): CfBT Education Trust. Consulté le 14 juin 2018 dans http://webfronter.com/bexley/maths/menu2/Frontpage_files/Subject_Leaders/images/2LessonStudy_v9_Web_.pdf

Butlen, D., Peltier-Barbier, M.-L. & Pézard, M. (2004). Des résultats relatifs aux pratiques de professeurs débutants ou confirmés enseignant les mathématiques en ZEP/REP. In M.-L. Peltier-Barbier (Ed.), *Dur d'enseigner en ZEP. Dur pour les élèves. Dur pour les enseignants. Analyse des pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en réseaux d'éducation prioritaire* (pp. 69-81). Grenoble: La pensée sauvage.

Chappet-Paries, M. (2004). Comparaison de pratiques d'enseignants de mathématiques. Relations entre discours des professeurs et activités potentielles des élèves. *RDM, 24*, 251-284. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Comparaison-de-pratiques-d.html

Chappet-Pariès, M., Robert, A. & Rogalski, J. (2008). Que font des élèves de troisième et de quatrième avec un même enseignant dans une séance de géométrie? Ou de la stabilité des pratiques. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 95-137). Toulouse: Octarès.

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

Charnay, R., Combier, G., Dussuc, M.-P. & Madier, D. (2007). *Cap Maths CE2. Manuel de l'élève*: Hatier.

Chesnais, A. (2009). *l'enseignement de la symétrie axiale en sixième dans des contextes différents : les pratiques de deux enseignants et les activités des élèves.* (Thèse de doctorat), Université Paris Diderot, Paris. Consulté le 14 juin 2018 dans https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00450402/

Chevallard, Y. (1999). Analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherche en didactique des mathématiques, 19*(2), 225-265. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/L-analyse-des-pratiques.html

Clerc-Georgy, A. (2013). *Rôle des savoirs théoriques de référence dans les parcours de formation des futurs enseignants des premiers degrés de la scolarité.* (Thèse de doctorat), Université de Genève, Genève. Consulté le 14 juin 2018 dans https://archive-ouverte.unige.ch/unige:28992

Clerc-Georgy, A. & Clivaz, S. (2016). Evolution des rôles entre chercheurs et enseignants dans un processus lesson study: quel partage des savoirs? In F. Ligozat, M.

Charmillot, & A. Muller (Eds.), *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation* (pp. 189-208). Série Raisons Educatives, n°20. Bruxelles: De Boeck.

Clerc-Georgy, A. & Martin, D. (2012). L'étude collective d'une leçon, une démarche de formation pour développer et évaluer la construction des compétences professionnelles des futurs enseignants. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur, 27*(2). Consulté le 14 juin 2018 dans http://ripes.revues.org/514

Clerc-Georgy, A., Martin, D., Pasquini, R., Barioni, R. & Perrin, N. (2009). *Le dispositif "lesson study", une démarche de recherche-action collaborative pour développer les compétences professionnelles des futurs enseignant-e-s.* Paper presented at the 21ème colloque de l'ADMEE-Europe.

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), Université de Genève, Genève. Consulté le 14 juin 2018 dans http://archive-ouverte.unige.ch/unige:17047

Clivaz, S. (2014). *Des mathématiques pour enseigner? Quelle influence les connaissances mathématiques des enseignants ont-elles sur leur enseignement à l'école primaire?* Grenoble: La Pensée Sauvage.

Clivaz, S. (2016). *Développement des connaissances mathématiques pour l'enseignement au cours d'un processus de lesson study*. Paper presented at the Actes du séminaire national de l'ARDM, Paris. Consulté le 14 juin 2018 dans https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01704879/document

Clivaz, S., Clerc-Georgy, A. & Batteau, V. (2016). Lesson study en mathématiques : un dispositif japonais de développement professionnel des enseignants à l'épreuve du contexte suisse-romand. In Y. Matheron, G. Gueudet, V. Celi, C. Derouet, D. Forest, M. Krysinska, S. Quilio, M. Rogalski, T. Á. Sierra, L. Trouche, C. Winsløw, & S. Besnier (Eds.), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques. Actes de la XVIIIème école d'été de didactique des mathématiques* (Vol. II, pp. 487-502). Brest (Bretagne): La pensée sauvage, Editions. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/-Collection-Ecole-d-ete-.html

Cochran-Smith, M. & Lytle, S. (1999). The teacher research movement: A decade later. *Educational Researcher, 28*(7), 15-25.

Cochran-Smith, M. & Lytle, S. (2001). Beyond certainty: Taking an inquiry stance on practice. In A. Liebennan & L. Miller (Eds.), *Teachers caught in the action: Professional development in practice* (pp. 45-60). New York: Teachers College Press.

Cooney, T. J. (2001). Using research to inform pre-service teacher education programmes In D. Holton, M. Artigue, U. Kirchgräber, J. Hillel, M. Niss, & A. Schoenfeld (Eds.), *The Teaching and learning of Mathematics at University Level: an ICMI study* (pp. 455-466). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Coulange, L. (2012). *L'ordinaire dans l'enseignement des mathématiques. Les pratiques enseignantes et leurs effets sur les apprentissages des élèves.* (Habilitation à Diriger des Recherches), Université de Bordeaux. Consulté le 14 juin 2018 dans https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00801863/document

Crahay, M. (1989). Contraintes de situation et interactions maître-élèves: changer sa façon d'enseigner est ce possible? *Revue Française de Pédagogie, 88*, 67-94. Consulté le 14 juin 2018 dans http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/INRP_RF088_7.pdf

Crinon, J., Marin, B. & Bautier, É. (2008). Quelles situations de travail pour quel apprentissage ? Paroles des élèves, paroles de l'enseignant. *Le développement des* *gestes professionnels dans l'enseignement du français: Un défi pour la recherche et la formation* (pp. 123-147). Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur. Consulté le 14 juin 2018 dans https://www.cairn.info/resume.php?download=1&ID_ARTICLE=DBU_BUCHE_2008_01_0123

Daina, A. (2013). *Utilisation des ressources : de la préparation d'une séquence à sa réalisation dans la classe de mathématiques. Cinq études de cas sur la notion d'aire dans l'enseignement primaire genevois.* (Thèse de doctorat), Université de Genève, Genève. Consulté le 14 juin 2018 dans https://archive-ouverte.unige.ch/unige:36492

Danalet, C., Dumas, J. P., Studer, C. & Villars-Kneubühler, F. (1998a). *COROME Mathématiques. Livre de l'élève 3P*. Neuchâtel, Switzerland: Commission romande des moyens d'enseignement.

Danalet, C., Dumas, J. P., Studer, C. & Villars-Kneubühler, F. (1998b). *COROME Mathématiques. Livre du maître 3P*. Neuchâtel, Switzerland: Commission romande des moyens d'enseignement.

Danalet, C., Dumas, J. P., Studer, C. & Villars-Kneubühler, F. (1999). *COROME Mathématiques. Livre du maître 4P*. Neuchâtel, Switzerland: Commission romande des moyens d'enseignement.

Darling-Hammond, L. (1994). Developing professional development schools: Early lessons, challenges, and promise. In L. Darling-Hammond (Ed.), *Professional development schools: Schools for developing a profession* (pp. 1-27). New York: Teachers College Press.

Dorier, J.-L. (2012). La démarche d'investigation en classe de mathématiques : quel renouveau pour le questionnement didactique ? In B. Calmettes (Ed.), *Démarches d'investigation. Références, représentations, pratiques et formation* (pp. 35-56). Paris: L'Harmattan.

Dorier, J.-L. & Maréchal, C. (2008). Analyse didactique d'une activité sous forme de jeu en lien avec l'addition. *Grand N, 82*, 69-89. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_n/fic/82/82n5.pdf

Dudley, P. (2015). *Lesson study: professional learning for our time*. London; New York: Routledge.

Fernandez, C. & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A case of a Japanese approach to improving instruction through school-based teacher development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Fujii, T. (2016). Designing and adapting tasks in lesson planning: a critical process of Lesson Study. *ZDM Mathematics Education, 48*(4), 411-423. doi:10.1007/s11858-016-0770-3. Consulté le 14 juin 2018 dans http://link.springer.com/journal/11858/48/4/page/1

Fujii, T. (2017). Unifying Lesson Study with Teaching Mathematics through Problem Solving. In T. McDougal (Ed.), *Essential mathematics for the next generation: What and How Students Should Learn* (pp. 85-103). Tokyo: Tokyo Gakugei University Press.

Gagnebin, A., Guignard, N. & Jaquet, F. (1998). *Apprentissage et enseignement des mathématiques: commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire*. Neuchâtel, Switzerland: COROME.

Gersten, R., Taylor, M. J., Keys, T. D., Rolfhus, E. & Newman-Gonchar, R. (2014). Summary of research on the effectiveness of math professional development approaches. *Regional Educational Laboratory at Florida State University*, 3-15. Consulté le 14 juin 2018 dans https://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=REL2014010

Goldsmith, L. T., Doerr, H. M. & Lewis, C. (2014). Mathematics teachers' learning: a conceptual framework and synthesis of research. *Journal of Mathematics Teacher Education, 17*, 5-36.

Goulding, M. (2003). An investigation into the mathematical knowledge of primary teacher trainees. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 23*(3), 73-78.

Gunnarsdottir, G. H. & Palsdottir, G. (2011). Lesson study in teacher education : a tool to etablish a learning community. *CERME 7*(University of Iceland, School of Education). Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/17a/CERME7_WG17A_Gunnarsdottir%26Palsdottrl.pdf

Hart, L. C., Alston, A. S. & Murata, A. (Eds.). (2011). *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education*: Springer.

Hawley, W. D. & Valli, L. (1999). The essentials of effective professional development: A new consensus. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook for policy and practice* (pp. 127-150). San Francisco: Jossey-Bass.

Huang, R. & Shimizu, S. (2016). Improving teaching, developing teachers and teacher educators, and linking theory and practice through lesson study in mathematics: an international perspective. *ZDM, 48*(4), 393-409. Consulté le 14 juin 2018 dans http://link.springer.com/journal/11858/48/4/page/1

IMPULS. (2017). *Essential mathematics for the next generation: What and How Students Should Learn*. Tokyo: Tokyo Gakugei University Press.

Ingvarson, L., Meiers, M. & Beavis, A. (2005). Factors affecting the impact of professionaldevelopment programs on teachers' knowledge, practice, student outcomes & efficacy. *Education Policy Analysis Archives, 13*(10). Consulté le 14 juin 2018 dans https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com&httpsredir=1&article=1000&context=professional_dev

Inprasitha, M., Isoda, M., Wang-Iverson, P. & Yeap, B. H. (2015). *Lesson study: challenges in mathematics education* (Vol. 3). New Jersey: World Scientific.

Isoda, M., Stephens, M., Ohara, Y. & Miyakawa, T. (2007). *Japanese lesson study in mathematics: its impact, diversity and potential for educational improvement*. Hackensack (US): World Scientific.

Jaquet, F. (2000). Moyens d’enseignement de mathématiques de Suisse romande : défis et nécessité. *Math école, 190*, 1-4. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.revue-mathematiques.ch/files/5114/6288/8420/Mathecole_190.pdf

Julo, J. (2000). Aider à résoudre des problèmes. Pourquoi ? Comment ? Quand ? In COPIRELEM (Ed.), *Actes du XXVIIe Colloque Inter-IREM de Chamonix* (pp. 9-28). Grenoble: IREM de Grenoble. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.arpeme.fr/documents/4D474F16932C643235C5.pdf

Julo, J. (2002). Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes? *Grand N, 69*, 31-54. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_n/fic/69/69n4.pdf

Lefeuvre, G., Garcia, A. & Namolovan, L. (2009). Les indicateurs de développement professionnel *Questions Vives [En ligne], 5*. Consulté le 14 juin 2018 dans http://questionsvives.revues.org/627 doi:10.4000/questionsvives.627

Leplat, J. (1997). *Regards sur l’activité en situation de travail*. Paris: Presses Universitaires de France.

Lewis, C. (2002). *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia: Research for Better Schools , Inc.

Lewis, C. & Hurd, J. (2011). *Lesson study, Step by step, How teacher learning communities improve instruction*. Portsmouth, Etats-Unis.

Lewis, C. & Lee, C. (2016). The Global Spread of Lesson Study: Contextualization and Adaptations. In M. Akiba & G. K. Letendre (Eds.), *International handbook of teacher quality and policy*. (pp. 185-203). New York: Routledge.

Lewis, C., Perry, R. & Hurd, J. (2009). Improving mathematics instruction through lesson study: a theoretical model and North American case. *Journal of Mathematics Teacher Education, 12*(4), 285-304.

Lewis, C., Perry, R. & Murata, A. (2006). How Should Research Contribute to Instructional Improvement? The Case of Lesson Study. *Educational Researcher, 35*(3), 3-14. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.jstor.org/stable/3700102

Lewis, C. & Tsuchida, I. (1998). A lesson is like a swiftly flowing river: How research lessons improve Japanese education. *American Educator*, *22(4)*(12-17), 50-52.

Little, J. W. (2001). Professional development in pursuit of school reform. In A. Lieberman & L. Miller (Eds.), *Teachers caught in the action: Professional development that matters* (pp. 28-44). New York: Teachers College Press.

Mangiante, C. (2007). *Une étude de la genèse des pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathematiques: prédermination et développement.* (Thèse de doctorat), Université Paris 7, Paris. Consulté le 14 juin 2018 dans https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00424673/document

Mangiante, C. (2012). une étude de la cohérence en germe dans les pratiques de professeurs des écoles en formation initiale puis débutants. *RDM176*, *32*(3), 1-43. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Une-etude-de-la-coherence-en-germe.html

Marcel, J.-F. (2009). De la prise en compte des pratiques enseignantes de travail partagé. *Les Nouveaux Cahiers de la Recherche en Education, 12*(1), 47-64. Consulté le 14 juin 2018 dans https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00836290/document

Margolinas, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. In C. Margolinas (Ed.), *Les débats de didactique des mathématiques : actes du Séminaire national 1993-1994*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances: Analyse de l'activité du professeur. *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques* [CD-ROM]. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Masselot, P. & Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et formation, 56*, 15-31. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rechercheformation.revues.org/841

Matoba, M., Crawford, K. A. & Sarkar Arani, M. R. (2006). *Lesson Study: International perspectives on policy and practice*. Beijing: Educational Science Publishing House.

Miyakawa, T. & Winsløw, C. (2009). Etude collective d'une leçon : Un dispositif japonais pour la recherche en didactique des mathématiques. In I. Bloch & F. Conne (Eds.), *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques. Cours de la XIVe école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 1-17). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual Overview of Lesson Study. In L. C. Hart, A. S. Alston, & A. Murata (Eds.), *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education* (pp. 1-12): Springer Netherlands.

Ni Shuilleabhain, A. & Clivaz, S. (2017). Analyzing Teacher Learning in Lesson Study: Mathematical Knowledge for Teaching and Levels of Teacher Activity. *Quadrante, XXVI*(2), 99-125.

Peltier, M.-L., Briand, J., Ngono, B. & Vergnes, D. (2006). *Euromaths, CM1*. Paris: Hatier.

Peltier-Barbier, M.-L., Butlen, D., Masselot, P., Ngono, B., Pezard, M., Robert, A. & Vergnès, D. (2004). *Dur d'enseigner en ZEP. Dur pour les élèves. Dur pour les enseignants. Analyse des pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en réseaux d'éducation prioritaire*. Grenoble: La pensée sauvage.

Perrin-Glorian, M.-J. (1992). *Aires de surfaces planes et nombres décimaux. Questions didactiques liées aux élèves en difficulté aux niveaux CM-6ème.* (Thèse de Didactique des Mathématiques), Université de Paris 7. Consulté le 14 juin 2018 dans https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01251423

Perrin-Glorian, M.-J. (1999). Problèmes d'articulation de cadres théoriques: L'exemple du concept de milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 19*(3), 279-321. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Problemes-d-articulation-de-cadres.html

Perrin-Glorian, M.-J. & Hersant, M. (2003). Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 23*(2), 217-276. Consulté le 14 juin 2018 dans http://rdm.penseesauvage.com/Milieu-et-contrat-didactique.html

Perrin-Glorian, M.-J. & Robert, A. (2005). Analyse didactique de séances de mathématiques au collège: pratiques d'enseignants et activités mathématiques des élèves. *Les dossier des sciences de l'éducation, 14,* 95-110. Consulté le 14 juin 2018 dans https://www.persee.fr/doc/dsedu_1296-2104_2005_num_14_1_1211

Perry, R. & Lewis, C. (2011). Improving the mathematical content base of lesson study summary of results. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www.lessonresearch.net/IESAbstract10.pdf

Piaget, J. (1967/1992). *Biologie et connaissance*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.

Robert, A. (2004). Que cherchons-nous à comprendre dans les pratiques des enseignants? Quelles analyses menons-nous? In M.-L. Peltier-Barbier (Ed.), *Dur d'enseigner en ZEP. Dur pour les élèves. Dur pour les enseignants. Analyse des pratiques de professeurs des écoles enseignant les mathématiques en réseaux d'éducation prioritaire* (pp. 15-32). Grenoble: La pensée sauvage.

Robert, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants de mathématiques du second degré. *Recherche et formation, numéro 50,* 75-89. Consulté le 14 juin 2018 dans http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/recherche-et-formation/RR050-05.pdf

Robert, A. (2008a). Des conséquences de notre démarche : une réflexion sur la formation des pratiques des enseignants de mathématiques du second degré et un exemple en formation initiale. Des éléments généraux. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 373-382). Toulouse: Octarès.

Robert, A. (2008b). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (collection formation ed., pp. 466). Toulouse: Octarès.

Robert, A. (2008c). Le cadre général de nos recherches en didactique des mathématiques. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 11-22). Toulouse: Octarès.

Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 2(4),* 505–528.

Roditi, E. (2011). *Recherches sur les pratiques enseignantes en mathématiques : apports d'une intégration de diverses approches et perspectives.* (Habilitation à diriger des recherches), Université Paris Descartes, Sorbonne. Consulté le 14 juin 2018 dans https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00655481/document

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

Sales Cordeiro, G., Ronveaux, C. & équipe GRAFE. Recueil et traitement des données. In B. Schneuwly & J. Dolz (Eds.), *Des objets enseignés en classe de français. Le travail de l'enseignant sur la rédaction de textes argumentatifs et sur la subordonnée relative* (pp. 76-93).

Sensevy, G., Mercier, A. & Schubauer-Leoni, M. L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur à propos de la course à 20. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 20*(3), 263-304.

Shimizu, Y. (2014). Lesson Study in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 358-360): Springer Netherlands. Consulté le 17 février 2016 dans http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_91

Stepanek, J., Appel, G., Leong, M., Turner Mangan, M. & Mitchell, M. (2007). *Leading lesson study: a practical guide for teachers and facilitators*. Thousand Oaks (US): Corwin Press : Learning Point Associates : NWREL.

Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom* (1st Free Press trade pbk. ed.). New York (US): Free Press.

Tempier, F. (2010). Une étude des programmes et manuels sur la numération décimale au CE2 *Grand N, n° 86*, 59-90. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=86

Tempier, F. (2016). Composer et décomposer: un révélateur de la compréhension de la numération chez les élèves. *Grand N, n° 98*, 67-90. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=98

Theis, L. (2005). *Les tribulations du signe = dans la moulinette de la bonne réponse.* Baie-Joli: Editions des Bandes didactiques.

Tièche Christinat, C. (2000). *Suivi scientifique du nouvel enseignement des mathématiques-Troisième rapport intermédiaire*. Neuchâtel

Valsiner, J. (1987). *Culture and the development of children's actions: A cultural–historical theory of developmental psychology*: New York: John Wiley & Sons.

Vygotski, L. (1934/1985). *Pensée et langage* (Paris: Les Editions Sociales. ed.).

Walter, A. (2000-2001). Quelle géométrie pour l'enseignement en collège? *Petit x, 54*, 31-49. Consulté le 14 juin 2018 dans http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique25&num=54

Wang, J. & O'Dell, S. J. (2002). Mentored learning to teach according to standards-based reform: A critical review. *Review of Educational Research, 72*(3), 481-546.

Wilson, S. M. & Berne, J. (1999). Teacher learning and the acquisition of professional knowledge: An examination of research on contemporary professional development. *Review of Research in Education, 24*, 173-209.

Yoshida, M. & Jackson, W. C. (2011). Response to Part V: Ideas for Developing Mathematical Pedagogical Content Knowledge Through Lesson Study. In L. C. Hart, A. S. Alston, & A. Murata (Eds.), *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education* (pp. 279-288): Springer Netherlands. Consulté le 13 juin 2018 dans http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_22