ANALYSE ET COMPARAISON DE PRATIQUES EFFECTIVES D'ENSEIGNANTS ET CONSEQUENCES EN TERMES D'APPRENTISSAGES

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7
aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12
jhoroks@gmail.com

Résumé. Nous présentons deux études portant sur d'une part la symétrie axiale, et d'autre part les triangles semblables. Nous considérons le choix des tâches a priori, leur organisation et les déroulements effectifs dans la classe. Nous avons pu appréhender et comparer des pratiques effectives d'enseignants pour comprendre ce qui les organise pour un enseignant donné, dans une classe donnée et compte tenu des contraintes du métier d'enseignant. En outre, les choix de contenus proposés et de gestion du travail des élèves en classe auraient un impact sur les activités des élèves.

Mots-clés. Pratiques, métier, activité, apprentissage, symétrie axiale, triangles semblables

---

Introduction

Nous présentons ici des analyses issues de nos travaux de thèse portant sur le lien entre les pratiques d'enseignants de mathématiques et les apprentissages de leurs élèves, qui s'appuient sur la même base théorique et dont les résultats se complètent. Nous nous sommes demandé en effet comment les choix que fait l'enseignant pour sa classe pouvaient influencer l'acquisition des connaissances chez les élèves, ou leur réussite à certaines tâches en mathématiques. L'ensemble des choix qu'il fait peut-il de plus avoir un effet différenciateur selon le "niveau"[1] des élèves ?
Nous pensons que les pratiques sont complexes, car les enseignants sont soumis à diverses contraintes qu'il faut prendre en compte. Leur analyse doit aussi tenir compte de cette complexité, d'où la nécessité de penser un cadre théorique et une méthodologie qui nous permettent d'analyser finement ces pratiques, mais aussi de mesurer les influences potentielles des pratiques sur les apprentissages.

1. Nos appuis théoriques

Nous partons de l'hypothèse, partagée par un grand nombre de didacticiens, que les apprentissages des élèves se font, au moins en partie, par l'intermédiaire des activités qui leur sont proposées en classe, c'est à dire tout ce qu'ils sont amenés à faire (dire, écrire, penser…) ou ne pas faire.

1.1 Les activités des élèves comme outil pour décrire ce qui se passe en classe

Ces activités sont provoquées par les tâches que l'enseignant propose, à travers les énoncés des exercices posés, en classe ou à la maison. Nous supposons en effet que la mise en pratique des connaissances visées, dans les exercices que les élèves ont à faire, favorise l'apprentissage de ces connaissances. Elles dépendent aussi de la gestion du travail adoptée en classe. On peut supposer par exemple qu'une aide apportée aux élèves au début de la résolution d'un exercice

[1] Nous définissons le niveau des élèves à partir des informations (notes et appréciations) données par les enseignants.

va modifier la tâche prescrite pour les élèves. Pour analyser les activités des élèves en classe, il nous faut donc tenir compte des connaissances mathématiques mises en jeu dans les exercices mais aussi des interventions de l'enseignant avant, pendant et après la tâche : sur quoi portent ces interventions, et comment elles peuvent modifier le travail des élèves. Nous appellerons par la suite *sous-tâches* les tâches ainsi redéfinies – souvent redécoupées ou simplifiées – par l'enseignant.

Pour décrire et analyser ce qui se passe en classe nous avons donc choisi de relever, pour une notion mathématique donnée, l'ensemble des tâches proposées mettant en jeu cette notion, et pour chacune de ces tâches, la gestion du travail adoptée. Cela nous donne, pour un chapitre entier, un panorama de l'ensemble des activités auxquelles les élèves ont pu être confrontés. Ce ne sont que des activités *possibles*, car leur réalisation dépend des élèves. C'est pourquoi nous parlerons d'activités *a minima* et *a maxima.*

1.2. Les activités comme produit des pratiques[2] (et comme moyen de les appréhender)

L'analyse des tâches proposées par l'enseignant et du déroulement associé nous permet non seulement de déterminer les activités des élèves, mais aussi de décrire les pratiques enseignantes sur la notion visée. Pour préciser cette description, nous avons choisi de prendre aussi en compte certaines dimensions du métier, pour analyser les contraintes qui peuvent influencer les pratiques. Nous avons pour cela utilisé le cadre de la Double Approche (Robert & Rogalski, 2002) qui propose une analyse en cinq composantes. Nous avons essayé, dans la mesure du possible, de tenir compte de la *composante sociale* du métier (en considérant par exemple le niveau de l'établissement, classé ou non Zone d'Education Prioritaire[3]) et de la *composante personnelle* (à travers l'expérience plus ou moins longue de l'enseignant par exemple). La prise en compte de ces deux composantes nous a surtout aidés à interpréter certains choix des enseignants. Nous avons tenu compte bien évidemment de la *composante cognitive*, relative aux choix d'énoncés et de la *composante médiative*, relative aux choix de déroulements en classe. Nous considérons, comme nous l'avons déjà dit, que ces choix ont une influence potentielle sur les activités des élèves. Nous avons pris en compte enfin une *composante institutionnelle* du métier, relative aux horaires ainsi qu'aux programmes et aux manuels scolaires.

La Double Approche (Robert et Rogalski, 2002) nous permet d'analyser les pratiques en les décomposant, même si les différentes composantes ainsi dégagées n'interviennent pas de façon indépendante dans les pratiques. Nous n'allons cependant pas jusqu'à regarder comment chacune des composantes peut influencer les pratiques ni par exemple quelle contrainte est la plus forte. C'est une décomposition artificielle, surtout si on considère la complexité des pratiques, mais c'est une approximation qui nous permet malgré tout de mettre en lumière la cohérence et la stabilité des pratiques des enseignants observés. Cette approche nous incite aussi à ne pas considérer les pratiques observées comme « un défaut par rapport à une relation enseignement - apprentissage

[2] Nous employons le terme "pratiques" au sens d'Aline Robert, désignant "tout ce que dit et fait l'enseignant en classe, en tenant compte de sa préparation, de ses conceptions et connaissances en mathématiques et de ses décisions instantanées " (Robert, 1999)

[3] En France, l'appellation Zones d'Education Prioritaire, notée ZEP par la suite, désigne des établissements accueillant un public socialement défavorisé.

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

idéale » ; nous mettons en effet en avant que tout n'est pas possible pour un enseignant donné dans une classe donnée, compte tenu des contraintes qui pèsent sur lui. En comparant les pratiques d'enseignants différents, nous pouvons ainsi mettre en évidence des choix, des alternatives, mais aussi ce qui résulte de certaines contraintes pas forcément identifiables par le chercheur, car ne résultant pas uniquement des contraintes d'apprentissages ou des mathématiques elles-mêmes.

1. Les activités comme moyen d'appréhender les apprentissages en lien avec les pratiques

Notre dispositif nous permet de déterminer les activités possibles, ou vraisemblablement impossibles pour la classe, mais nous ne pouvons pas dire ce qui se passe en classe pour chaque élève. Nous n'allons donc pas jusqu'aux activités effectives des élèves, et donc peut-être pas jusqu'à ce qui aurait pu leur manquer, individuellement, pour que certains apprentissages se fassent. En revanche, il nous est possible d'approcher leurs apprentissages respectifs. Comme témoin des apprentissages enclenchés à la suite de l'enseignement observé, nous choisissons de relever les productions des élèves à une ou plusieurs évaluations portant sur la notion enseignée. Nous essayons de mettre en relation les réussites (ou échecs) des élèves aux contrôles, avec ce qui a été fait (ou non) auparavant en classe. Nous savons que c'est seulement un témoin partiel, car le lien entre réussite au contrôle et apprentissage n'est pas évident. Mais nous considérons tout de même que cette réussite équivaut à une acquisition, au moins en partie, des connaissances visées (même si la question de la pérennité de cet apprentissage au delà du contrôle se pose également).

Pour mieux cerner les apprentissages des élèves, et le rapport entre ces apprentissages et ce qui a été fait en classe, il nous faudrait tenir compte des influences extérieures à la classe, qui relèvent du domaine du social ou de l'affectif[4]. Ce sont des variables que nous n'avons pas prises en compte ici, faute de nous être donné les moyens de le faire. Il faudrait aussi pouvoir prendre en compte le travail de l'élève en dehors de la classe : quelles aides il reçoit éventuellement (aide familiale ou cours particulier).

2. Notre méthodologie

2.1. Le recueil de données

Nous avons observé plusieurs professeurs dans leur classe, pendant l'intégralité d'un chapitre : trois professeurs en classe de seconde sur le chapitre des triangles semblables, et deux autres, dont l'un pendant deux ans, en classe de sixième sur le chapitre de la symétrie axiale. Nous avons filmé les séances à l'aide d'une caméra fixe tournée vers le tableau. Nous avons aussi relevé les copies des élèves lors des évaluations en cours et à la fin de l'enseignement de la notion. Enfin, les professeurs nous ont fourni des appréciations sur l'ensemble de la classe, ce qui nous a permis en particulier de dresser une classification entre "bons" et "mauvais" élèves, et de regarder les influences des pratiques en fonction du niveau des élèves.

[4] Nous nous doutons que la représentation que l'élève se fait de son travail en classe par exemple - s'il travaille pour obtenir des bonnes notes ou pour résoudre un exercice, ou encore pour apprendre - peut avoir une influence sur son travail.

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

2.2. Nos outils pour analyser les tâches mathématiques

A partir des vidéos et des documents fournis par les enseignants, nous avons analysé chaque tâche proposée (faisant travailler les triangles semblables ou la symétrie axiale), en relevant :
- les connaissances (anciennes et nouvelles) en jeu dans la tâche ;
- la complexité de la tâche (simple, isolée ou au contraire complexe) ;
- les adaptations des connaissances à faire par les élèves.

Nous avons retenu quatre grands types d'adaptations possibles, qui constituent différents *niveaux de mise en fonctionnement* des propriétés (notés NMF par la suite dans les grilles d'analyse), classés par ordre de complexité selon nous :
- la simple reconnaissance des modalités d'application d'un théorème, d'une définition ou d'une propriété ;
- la nécessité de faire des calculs ou des constructions intermédiaires (par exemple nommer un point, donner la valeur d'un angle, faire apparaître le milieu d'un segment) ;
- la nécessité d'introduire des étapes non indiquées par l'énoncé ;
- la nécessité de faire des choix (méthode, point de vue, etc.).

Nous avons pris aussi en compte des variables liées à la notion étudiée, en particulier :
- les connaissances plus anciennes pouvant intervenir (géométriques ou algébriques) ;
- la configuration géométrique dans laquelle se situe l'exercice, qui peut rendre complexe le repérage des éléments nécessaires à l'application de connaissances.

Pour l'analyse des séances portant sur la symétrie, nous avons retenu aussi :
- la nature de la tâche (reconnaissance, construction ou preuve) ;
- l'approche (dynamique ou statique) de la symétrie en jeu dans la tâche ;
- le paradigme géométrique dans lequel la tâche doit ou peut être traitée.

Nous avons, enfin, tenu compte de la "teneur mathématique" des énoncés proposés, pour la classe de sixième où les énoncés sont parfois donnés dans un registre assez éloigné des mathématiques, ce qui n'est a priori pas le cas dans les exercices de seconde. Comme nous l'avons déjà souligné, une simple analyse des énoncés ne nous renseigne pas sur ce qui a pu être fait en classe par les élèves, compte tenu de l'organisation du travail par l'enseignant. C'est pourquoi nous prenons en compte certaines variables du déroulement, qui nous permettent de préciser les activités possibles des élèves.

2.3. Nos outils pour analyser les déroulements

Pour chaque tâche proposée, nous considérons le déroulement en classe associé à sa résolution, en tenant compte en particulier :
- du temps passé sur la tâche et sur les différentes sous-tâches qui la découpent ;
- du type de travail adopté (travail individuel, en groupes, magistral) ;
- des types d'aides fournies par le professeur, du moment où ces aides interviennent et de la façon dont elles viennent modifier plus ou moins la tâche prescrite.

Finalement, ce sont les adaptations, autonomies et initiatives laissées aux élèves qui nous intéressent, et nous permettent de déterminer au plus près les activités possibles en classe.

2.4. Nos outils pour analyser les tâches du contrôle

Nous analysons enfin les tâches de l'énoncé des évaluations. Pour chacune d'entre elles nous relevons l'ensemble des tâches similaires proposées en classe et qui ont pu préparer les élèves au contrôle. A partir du déroulement de ces tâches en classe d'une part, et des résultats des élèves au contrôle d'autre part, nous tentons de comprendre quelles influences ont pu avoir les activités possibles des élèves sur leurs apprentissages.
Dans certaines classes, les énoncés de contrôle ont été proposés par l'enseignant, ce qui, compte tenu de l'écart plus ou moins grand avec ce qui avait été fait en classe au préalable, ne nous a pas toujours permis de mesurer l'influence des choix de l'enseignant sur la réussite des élèves au contrôle. C'est pourquoi nous avons voulu composer nous même un énoncé dans certaines classes, pour essayer de souligner certains manques pour les élèves. Que se passe-t-il par exemple lorsqu'une tâche posée lors du contrôle n'a été jusque-là traitée que dans le cadre des devoirs à la maison ? Quels sont les résultats des élèves à une question du contrôle lorsqu'elle comporte une adaptation qui a été systématiquement prise en charge par l'enseignant au préalable en classe ?
Pour affiner notre analyse, nous avons classé les élèves suivant leur niveau, et essayé d'analyser leurs résultats en fonction de ce niveau et compte tenu du mode de travail adopté, pour comprendre en particulier si certains choix de l'enseignant pouvaient avoir des effets différenciateurs sur les apprentissages des élèves.

3. Quelques exemples tirés de nos analyses

3.1. Un exemple sur les triangles semblables : comment fonctionnent nos analyses des tâches et des déroulements

Nous analysons un exercice tiré de l'un des contrôles relevés dans les classes, et faisons la comparaison avec l'ensemble de ce qui a été proposé en classe auparavant. Nous nous sommes intéressées à l'énoncé de l'exercice de contrôle suivant :

> On considère un cercle (C) et MNP un triangle inscrit dans ce cercle. La bissectrice de l'angle NMP coupe [NP] en D et (C) en E. Démontrer que le triangle MNE et le triangle END sont semblables. En déduire que $EN^2 = EM \times ED$

Pour résoudre cet exercice, il faut tout d'abord démontrer que les deux triangles ont deux angles égaux, à l'aide des angles opposés par le sommet d'une part, et du théorème de l'angle inscrit d'autre part. D'après la propriété notée D (deux triangles ayant deux angles respectivement égaux sont semblables), les deux triangles sont donc semblables. Par la propriété notée P (deux triangles semblables ont des côtés proportionnels), on déduit que les côtés des triangles sont proportionnels, et après repérage des sommets homologues, on obtient

MP / BP = PA / PN, et l'égalité recherchée. Ce n'est pas une tâche simple, puisqu'elle implique plusieurs connaissances mathématiques et nécessite l'introduction d'intermédiaires. L'exercice fait appel aux propriétés D et P, et ce sont donc parmi les tâches mettant en jeu ces deux propriétés que nous allons chercher celles qui ressemblent le plus à l'exercice posé lors du contrôle.

Grâce à la comparaison de cet exercice de contrôle avec tous les exercices donnés au cours de ce chapitre, mettant en jeu successivement les

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

connaissances nouvelles D et P, nous pouvons voir que trois exercices ont été proposés, et que parmi eux, un exercice (exercice 9) semble se rapprocher plus que les autres de l'exercice du contrôle, en regard des variables d'analyse des tâches que nous avons retenues. Cet exercice a donc pu préparer les élèves à cette question du test, mais bien entendu, tout ce qui a été donné auparavant a pu préparer les élèves au contrôle. L'exercice 9 porte en effet sur les mêmes connaissances mathématiques, associées aux mêmes connaissances anciennes.

contrôle	question 1	question 2
exercices similaires en classe	3 exercices	3 exercices
configuration	la même qu'en classe	la même qu'en classe
notions anciennes	les mêmes qu'en classe	les mêmes qu'en classe
notion nouvelle	identique application de D	identique application de P
NMF contrôle / classe	**plus difficile**	**plus facile**
type de travail	long temps de recherche	long temps de recherche
application correcte / abordé	10 / 25	23 / 25
réussite "bons / mauvais" élèves (16 "bons" et 17 "mauvais")	10 / 0	16 / 7

D'après les résultats des élèves pour cet exercice, nous pouvons voir que la seconde question (l'application de P) a été beaucoup mieux réussie que la première. Cette deuxième question avait été préparée par une adaptation plus difficile que celle attendue au contrôle, dans le cadre de l'exercice 9. Il semblerait ici que la plupart des élèves ne réussissent pas une application lors du contrôle, s'ils n'ont pas été amenés à travailler auparavant en classe cette adaptation de leurs connaissances avec un niveau de fonctionnement égal ou supérieur. Dans le cas de ces deux questions tirées du contrôle, les élèves avaient bénéficié d'un long temps de recherche individuelle en classe, ce qui, pour réussir la première question, semble globalement n'avoir été bénéfique qu'aux bons élèves, qui seuls ont surmonté la difficulté de la première application.

D'autre part, si on regarde les procédures des élèves pour résoudre la deuxième question sans avoir traité la première, on constate que beaucoup n'ont pas su repérer les sommets homologues des triangles semblables, et qu'ils sont alors souvent partis du résultat à obtenir (le rapport des longueurs) pour réaliser cette association. Dans la plupart des exercices portant sur les triangles semblables, il est nécessaire en effet d'associer les sommets homologues des figures, afin de pourvoir en déduire des rapports entre les différentes longueurs, ou inversement, d'associer les côtés homologues pour en déduire des égalités d'angles. Or cette démarche, qui nécessite souvent un repérage préalable, n'est pas toujours évidente, en particulier dans certaines configurations géométriques, comme celle du contrôle où les triangles sont emboîtés. Pour mieux comprendre cette difficulté pour les élèves, il nous faut donc regarder comment – et par qui – elle a été prise en charge en classe pendant la résolution des exercices.

Cette analyse a été réalisée pour chaque tâche de chacun des contrôles, et c'est la comparaison des résultats obtenus dans les trois classes qui nous a permis de

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

mettre en lumière des liens entre pratiques et apprentissages. En comparant les résultats obtenus aux exercices du contrôle dans les trois classes, parallèlement aux déroulements des exercices qui avaient pu préparer les élèves à ces contrôles, nous avons pu, à travers les erreurs des élèves, déterminer ce qui leur avait peut-être manqué en classe sur ce chapitre. Dans les trois classes, et malgré les différences de niveaux, nous avons pu constater les mêmes types de difficultés pour les élèves lors du contrôle.

3.2. Un exemple sur la symétrie axiale : une comparaison des pratiques de deux enseignants

Dans ce deuxième exemple, nous nous attachons à montrer ce qui concerne la comparaison de différentes pratiques, les analyses individuelles ayant été menées avec la même méthodologie que dans l'exemple précédent. Il s'agit dans cette étude de comparer deux enseignements de la symétrie axiale en sixième. L'un des enseignants, que l'on nommera par la suite DB, travaille dans un établissement classé ZEP et l'autre, que l'on nommera MC, dans un établissement ordinaire. L'analyse porte sur les scénarios, les déroulements et les productions des élèves aux contrôles. Nous entendons par scénario l'organisation des tâches prévues par l'enseignant avant les séances ; le déroulement consiste en la mise en pratique effective du scénario dans la classe.

3.2.1. Quelques éléments nécessaires à la compréhension des analyses en lien avec les programmes de sixième sur la symétrie axiale

- Les principales tâches liées à l'étude de cette notion peuvent être classées en trois genres : tâches de reconnaissance (de figures symétriques, de propriétés ou d'axes de symétrie de figures), tâches de construction (de symétriques ou d'axes de symétrie) et tâches de preuve (tâches demandant la justification[5] de certaines propriétés) (Lima, 2006) Le genre de la tâche a donc été un des critères d'analyse des tâches et la variété et la répartition de ces genres un critère dans les analyses de scénarios.
- La symétrie axiale présente deux aspects, souvent traités séparément dans les manuels. L'aspect *dynamique* fait intervenir la symétrie comme transformation et est en jeu par exemple dans les exercices où il s'agit de construire le symétrique d'une figure ou d'utiliser les propriétés de conservation. L'aspect *statique* est en jeu dans les exercices où il s'agit de reconnaître des axes de symétrie de figures. On retrouve dans les programmes des éléments relevant des deux approches, et il nous semble que le fait d'établir le lien entre les deux constitue une étape dans la conceptualisation de la notion de symétrie axiale. Nous avons donc tenu compte de l'articulation de ces deux approches dans les analyses des scénarios et des déroulements.
- La classe de sixième est l'occasion comme il est indiqué dans les programmes de 2005 d'initier un « pass[age] de l'identification perceptive (la reconnaissance par la vue) de figures et de configurations à leur caractérisation par des propriétés (passage du dessin à la figure) »[6] ; ceci est donc aussi un élément important à prendre en compte dans l'analyse des scénarios proposés par les

[5] Nous employons volontairement ce terme « flou » à la place de démonstration, puisque, au niveau sixième, la démonstration au sens mathématique du terme est en cours d'apprentissage et les demandes de justifications de réponses font encore parfois appel à des arguments de type perceptif.

[6] On peut reconnaître là, si l'on est familier de ce cadre théorique, le passage d'une géométrie GI dite *naturelle* à une géométrie GII, dite *axiomatique naturelle* (cf Houdement et Kuzniak, 1996).

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

enseignants, le chapitre sur la symétrie axiale étant un des chapitres les plus représentatifs de ce travail en sixième.

- L'existence de conceptions erronées des élèves a été pointée par les différents travaux sur la symétrie axiale (Grenier, 1984 ; Lima, 2006). Ces conceptions sont issues de l'intuition des élèves ou de leur expérience précédente avec la notion (par exemple l'idée que l'orientation de la figure est conservée par symétrie est liée au fait d'avoir rencontré en très grande majorité des axes horizontaux ou verticaux). Elles doivent faire l'objet d'un apprentissage spécifique pour pouvoir éventuellement être surmontées. Nous avons donc tenu compte également du traitement de ces conceptions erronées dans l'analyse des scénarios et des déroulements.

3.2.2. L'analyse et la comparaison des scénarios

Les analyses des tâches ont été menées de la même manière qu'indiqué dans l'exemple précédent. Puis l'organisation globale du scénario a été analysée, de façon à mieux appréhender le cheminement cognitif proposé aux élèves pour l'apprentissage de cette notion. Il ressort de l'analyse des deux scénarios des points communs :

- L'enveloppe[7] des contenus abordés (connaissances anciennes et nouvelles) est très similaire ;
- La variété et la richesse en termes de niveaux de mise en fonctionnement des connaissances des tâches proposées sont assez proches chez les deux enseignants, même si elles sont un peu plus accentuées chez MC.

Mais il ressort aussi des différences fondamentales dans l'organisation de l'ensemble des tâches, en particulier en ce qui concerne la répartition par genre de tâches et l'articulation entre les différentes approches :

- Le scénario de MC peut être découpé en trois parties très nettes : la première visant à travailler ce qui relève de l'approche dynamique, la deuxième concernant l'approche statique et la troisième portant sur le lien entre les deux. D'autre part, il est équilibré entre tâches de reconnaissance, tâches de construction et tâches de preuves, et l'organisation est progressive en termes de connaissances mobilisées et de niveaux de mise en fonctionnement. Enfin, les conceptions erronées et les différents paradigmes géométriques, sont pris en compte explicitement et un travail spécifique sur ces questions est organisé.
- Le scénario de DB est lui peu structuré du point de vue des approches dynamiques et statiques qui sont mélangées, mais sans lien cohérent entre les deux. D'autre part, il est très nettement centré sur les tâches de construction, n'accordant qu'une part très faible aux tâches de preuves ; enfin, s'il est riche et varié, le scénario est organisé de manière peu lisible pour le chercheur (en particulier, il n'est pas progressif en terme de niveaux de mise en fonctionnement), si ce n'est que les tâches contenant les niveaux de mise en fonctionnement les plus élevés sont limitées aux devoirs à faire à la maison. Enfin, aucun travail spécifique n'est prévu sur les conceptions erronées et les différents paradigmes géométriques.

3.2.3. L'analyse et la comparaison des déroulements

Après transcription et reconstitution de la *chronologie globale* du déroulement du chapitre, c'est-à-dire le découpage en *épisodes* de manière chronologique, nous

[7] L'expression « enveloppe des contenus » a été employée par E. Roditi (2001) dans sa thèse pour faire référence à l'ensemble formé par toutes les connaissances présentes dans un chapitre.

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

avons étudié en détail quelques épisodes représentatifs : l'épisode concernant l'activité d'introduction de la notion, un épisode de correction, un épisode d'institutionnalisation de connaissances et deux épisodes portant sur la réalisation d'une tâche en classe, l'un sur une tâche de construction et l'autre sur une tâche de preuve. Nous ne présentons ici que des résultats très généraux issus de ces analyses, indiquant des "tendances"[8] dans la gestion de la classe par les deux enseignants, en particulier par rapport à la prise en compte des difficultés et des réponses des élèves :

- pour MC, nous avons noté une gestion individuelle/collective originale avec une aide individualisée après la tâche, une relative autonomie des élèves avec des temps de recherche individuelle portant sur des tâches peu simplifiées, et surtout une gestion collective des raisonnements avec une responsabilité importante accordée aux élèves dans leur élaboration et dans la validation.
- pour DB, nous retenons une prise en charge très rapide par l'enseignant, souvent pour réduire la tâche, une autonomie des élèves restreinte à des tâches simples et isolées, et des aides exclusivement *procédurales*[9]. DB prend à sa charge l'intégralité des raisonnements, ne laissant aux élèves que des questions portant sur des choses très restreintes (questions de vocabulaire notamment) et *sur-interprète*[10] les réponses des élèves lorsqu'elles lui permettent de faire avancer le temps didactique, mais *sous-interprète* très souvent les réponses ou remarques des élèves lorsqu'elles ne correspondent pas à ses anticipations.

Pour illustrer certains éléments de cette comparaison, nous présentons quelques observations faites sur les déroulements des tâches d'introduction, car elles nous semblent représentatives des différences observées entre les enseignants lors des déroulements. Les deux enseignants ont choisi d'introduire la notion par des tâches différentes, mais qui comportent des points communs : toutes les deux se fondent sur du "concret" et aucun des deux énoncés présentés ne contient de vocabulaire mathématique : la tâche proposée par MC consiste, « à l'aide d'un calque, à expliquer comment on passe d'une figure à une autre dans différents cas », chacun des cas illustrant une transformation géométrique. Celle proposée par DB demandait de « dessiner le reflet dans l'eau » de plusieurs dessins. Nous nous sommes donc en particulier interrogés sur la façon dont les mathématiques allaient être amenées lors des déroulements. Les deux enseignants ont une prise en main de l'activité des élèves assez rapide : lecture collective de l'énoncé, puis re-formulation. Mais nous observons que, si MC tente d'expliquer la tâche d'une autre manière, DB reformule la consigne en simplifiant l'expression, ce qui y introduit d'ailleurs une certaine ambiguïté : « il faut faire la même chose, mais en bas ». Puis, les élèves bénéficient dans les deux cas d'une phase d'autonomie pour résoudre l'exercice. La teneur mathématique des interventions de l'enseignant pendant la correction de la tâche est très différente dans les deux cas : les interventions de MC visent à ré-interpréter la tâche d'un point de vue mathématique ; elle donne par exemple le nom des transformations en jeu,

[8] Nous ne prétendons pas que toutes les interventions des enseignants sont aussi caricaturales, mais qu'un réseau d'observations nous a permis de dégager ces tendances.

[9] i.e. dont le but est d'aider à résoudre la tâche, souvent en la simplifiant ; par opposition aux aides *constructives* dont le but est d'aider l'élève à construire des connaissances (Pariès, Robert & Rogalski, 2008).

[10] Les interventions des élèves étant souvent très limitées (parfois un seul mot), elles peuvent donner lieu à plusieurs interprétations. Nous parlons de *sur-interprétation* lorsque l'enseignant reprend la réponse de l'élève en lui attribuant un contenu plus important et de *sous-interprétation* quand il nous semble que l'enseignant minore le contenu de l'intervention.

demande aux élèves de les caractériser (chercher l'axe pour la symétrie axiale par exemple) et exige une formulation des réponses avec le vocabulaire mathématique approprié (points, droites, etc.). En revanche, les interventions de DB portent sur la réalisation pratique de la tâche de dessin, sans jamais invoquer de connaissances mathématiques. En particulier, même si le mot « symétrie » est prononcé par un élève durant la correction, DB termine cette correction en parlant de reflet dans l'eau, et ne reprend le terme de symétrie qu'au moment de l'institutionnalisation.

A partir de deux tâches dont le point commun est un énoncé concret, non mathématique a priori, les deux enseignants organisent donc un déroulement très différent : d'un côté le but principal semble être le travail sur les connaissances mathématiques sous-jacentes à la tâche alors que de l'autre, le travail est centré sur la résolution matérielle de la tâche, sans chercher à mobiliser ou faire émerger des connaissances mathématiques. Nous pouvons penser que de tels choix, relatifs aux contenus, mais aussi aux formulations et aux institutionnalisations en classe, vont avoir une influence sur la construction des connaissances mathématiques des élèves, influence que nous cherchons à mesurer à travers les résultats des élèves aux contrôles.

3.2.4. L'analyse et la comparaison des contrôles

Nous avons tout d'abord mené l'analyse a priori des tâches proposées lors des contrôles. Globalement, il ressort que les tâches proposées par MC en évaluation sont très proches de ce qui a été travaillé pendant le chapitre (voire quasiment identiques pour certaines tâches) du point de vue notamment des niveaux de mise en fonctionnement des connaissances. En revanche, les tâches proposées en contrôle par DB sont souvent plus difficiles que ce qui a été traité lors du chapitre, notamment pour les tâches qui ont été traitées en classe – les tâches proposées au contrôles se rapprochent éventuellement davantage de ce qui a été proposé dans les devoirs à la maison.

Nous avons ensuite analysé les productions d'élèves en les considérant comme traces de leurs apprentissages. Nous présentons ici les résultats concernant une seule tâche pour chacun des deux enseignants, tirée des contrôles de fin de chapitre. Il s'agit dans les deux cas de tâches de preuve intervenant après une tâche de construction, et où il s'agit d'appliquer une propriété vue en cours.

<table>
<tr><th colspan="2"></th><th>MC (20 copies)</th><th>DB (20 copies)</th></tr>
<tr><td colspan="2">Question non traitée</td><td>4</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Raisonnement fondé exclusivement sur les propriétés de la figure</td><td>Propriétés permettant de répondre à la question</td><td>8</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Propriétés non adaptées à la situation</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Raisonnement fondé sur des arguments de type perceptif</td><td>1</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Réponse montrant que l'élève n'a pas compris la question ou qu'il lui manque les connaissances permettant de répondre[11]</td><td>5</td><td>13</td></tr>
</table>

[11] Par exemple, dans une question où on demande de justifier qu'un triangle est isocèle, l'élève écrit : « *parce qu'il a ses trois côtés égaux* ». Certaines de ces réponses font appel à des arguments de type perceptif et d'autres à des arguments liés à des propriétés mathématiques des figures.

Une fois les productions au contrôle analysées, nous cherchons à mettre en relation les résultats des élèves avec ce que nous avions observé dans les scénarios et les déroulements. Par exemple, en ce qui concerne les deux tâches présentées ci-dessus, nous pouvons relier les résultats consignés dans le tableau au fait que ce genre de tâche avait été davantage travaillé par MC que par DB et différemment. MC avait fait de la résolution des tâches de preuve un des enjeux principaux du chapitre, ce qui n'était pas le cas de DB. MC avait donc davantage organisé l'apprentissage de tâches de ce genre, avec une progression en termes de niveaux de mise en fonctionnement des connaissances, et des occasions pour les élèves, compte tenu du déroulement, de traiter ces tâches en autonomie. DB en revanche n'avait pas proposé aux élèves beaucoup de tâches de preuve, et, lorsqu'il l'avait fait, le raisonnement proprement dit était resté à sa charge, les élèves n'ayant le plus souvent qu'à répondre à des questions très limitées, puis à recopier une correction.

4. Résultats, perspectives et limites

4.1. Des résultats en termes de manques[12] pour les élèves, et des effets de ces manques sur les apprentissages

Nous pouvons définir en terme de "manques" nos résultats sur le lien pratiques – apprentissages dans ces différentes recherches. Nous dégageons ainsi des manques liés aux tâches. C'est ainsi que nous avons pu voir que les élèves réussissaient le mieux lors du contrôle ce qu'ils avaient eu l'occasion de faire en classe au préalable, dans des conditions similaires à celles du contrôle. Inversement, l'exercice le moins bien réussi de l'examen est celui qui a fait l'objet d'un travail moins riche en classe, dans le nombre, la variété ou la difficulté des tâches proposées. Les élèves réussissent mieux des tâches similaires à ce qu'ils ont déjà été amenés à traiter, mais il n'y a pas de transfert de leurs connaissances, dans la plupart des cas, à des niveaux plus élevés de mise en fonctionnement. En d'autres mots, et pour reprendre les remarques de Crahay (2000) : les élèves apprennent ce qu'on leur apprend. La variété et la difficulté des tâches proposées semblent donc être des facteurs importants pour stimuler les apprentissages des élèves.

D'autres manques sont liés à des "trous" dans les programmes. En effet, si nous cherchons quel a été l'exercice le moins bien réussi sur les triangles semblables dans les trois classes de seconde, nous pouvons constater qu'il s'agissait dans les trois cas de questions qui nécessitaient un repérage non trivial des homologues de la figure. Dans les programmes et accompagnements, rien n'est précisé à ce sujet, et rien n'a été proposé par les enseignants observés pour réaliser ce repérage. Dans la plupart des cas, cette difficulté est prise en charge par l'enseignant avant, pendant ou après la résolution de la tâche.

Du côté de la symétrie axiale, le manque de clarté des programmes et leur changement de position entre 1996 et 2005 concernant le lien à établir entre les notions de médiatrice et de symétrie induit des choix différents selon les enseignants, dont on peut penser qu'ils ont des conséquences variables en termes d'apprentissage des élèves. Par exemple, le fait d'introduire la médiatrice à l'occasion du chapitre sur la symétrie, comme axe de symétrie de figures, pourrait être un obstacle pour aborder la notion de médiatrice d'un segment.

[12] Nous entendons par manque tout ce qui par son absence semble avoir des conséquences négatives en termes d'apprentissages et pas en comparaison à des pratiques idéales.

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

Certaines interventions d'élèves, dans la classe de MC, pourraient être interprétées ainsi, ce qui rejoint des constatations faites par Coulange (2007). Ainsi, dans les deux cas, il nous semble qu'il existe des manques dans les programmes qui, s'ils ne sont pas compensés, se répercutent sur les pratiques des enseignants et peuvent compromettre certains apprentissages.

Certains manques sont liés aux déroulements. Le problème des sommets homologues met en avant un autre manque : le peu d'autonomie laissée aux élèves lors de la résolution de certaines tâches semble avoir une influence négative sur leur réussite à cette tâche par la suite. Dans ce cas, le manque d'initiative qui est laissé aux élèves s'explique à travers les programmes et le manque de mathématiques à proposer aux élèves pour installer une automatisation et une justification du repérage. Des manques liés aux mathématiques sont observés. Nous supposons que le manque de "mathématisation" des tâches, notamment le manque d'explicitation des connaissances mathématiques en jeu et des raisonnements, ne favorise pas pour les élèves la mise en relation de leurs actions avec des connaissances mathématiques. Nous pouvons prendre sur ce point l'exemple de l'enseignant DB qui demande aux élèves de tracer des reflets de dessins dans l'eau, sans lien explicite ou implicite avec des connaissances mathématiques, puis qui institutionnalise la définition de figures symétriques à partir du pliage (que la plupart des élèves n'ont pas utilisé pour réaliser la tâche). Il n'est alors pas certain que tous les élèves fassent le lien entre leurs dessins et la notion mathématique de symétrie. Les entretiens réalisés à l'issue de la séance confortent cette hypothèse. Nous pouvons d'autre part avancer que cela fait probablement obstacle à la construction des connaissances mathématiques (visées)[13].

4.2. Des résultats sur les effets différenciateurs des pratiques

L'influence du mode de travail (en groupe ou à la maison, bénéfique à certains seulement).

Lorsqu'on regarde les exercices de contrôle pour lesquels il y a le plus d'écart entre les résultats des bons et des moins bons élèves, on constate qu'il s'agit d'exercices pour lesquels la préparation s'est faite essentiellement à la maison, ou en classe mais sans intervention collective de l'enseignant pendant ou après l'activité. Cela semble indiquer que le travail individuel ne bénéficie pas de la même façon à tous les élèves suivant leur niveau. Lorsque les élèves ont l'occasion de travailler seuls (à la maison ou en classe) et qu'il n'y a pas ou peu de phases d'institutionnalisation ou de prise en compte des erreurs des élèves dans la correction, il semble que cette forme de travail bénéficie nettement plus à ceux que nous avons qualifiés de "bons" élèves. Ces résultats rejoignent ceux de Felix (2004). Mais bien évidemment ici, nous ne pouvons pas savoir si les élèves sont bons parce qu'ils bénéficient des moments de travail individuel, ou si c'est parce qu'ils sont "bons" qu'ils en bénéficient.

Des pistes se dégagent pour essayer d'analyser les effets différenciateurs plus finement. Une même action de l'enseignant pourrait avoir des conséquences différentes selon les élèves, par exemple, la façon dont l'élève interprète et utilise (ou non) les indications données par l'enseignant pendant le déroulement. D'autre part, une pratique différenciée selon l'élève à laquelle elle s'adresse

[13] Cela nous mène à questionner les objectifs de cet enseignant : portent-ils principalement sur des apprentissages mathématiques ?

pourrait également, si cela se répète, avoir des conséquences en termes d'apprentissages : par exemple, une sur-interprétation ou une sous-interprétation des réponses, ou des échanges différents en fonction des niveaux des élèves (questions plus fermées, tâches plus isolées et plus simples pour les élèves plus faibles), qui, cumulés, pourraient avoir un effet différenciateur sur les apprentissages. Pour répondre à ces questions, il nous semble nécessaire de mener une étude fine des interactions langagières et des productions d'élèves, au besoin complétée par des entretiens avec des élèves.

4.3. Des résultats sur l'influence des contraintes sur les pratiques

La prise en compte des contraintes nous permet en particulier de mieux comprendre les choix faits par les enseignants, notamment l'influence de la composante institutionnelle. Nous avons pu constater l'influence des programmes sur les choix et les discours des enseignants, à travers une similarité des contenus proposés sur une notion (enveloppes des contenus assez proches) ou une absence de certains contenus (dans le cas du repérage pour les triangles semblables). En outre, l'influence des composantes sociale et personnelle sont apparues. Dans le cas de la symétrie, dans les classes observées, sur les contenus proposés ou redéfinis pendant la tâche : il semble y avoir en effet "plus de mathématiques" dans une classe non ZEP que dans une classe ZEP, creusant ainsi une différence de niveau. Afin d'évaluer l'influence du facteur ZEP, cette recherche contient un deuxième volet : l'année suivante, DB a mis en œuvre dans sa classe (une nouvelle classe, mais similaire à celle de l'année précédente) le scénario construit par MC l'année précédente. L'analyse des déroulements a été menée de la même façon que l'année précédente révélant des différences à la fois avec le cours précédent de MC et avec ce qui avait été observé dans la classe de DB l'année précédente. D'autre part, sans entrer dans le détail des résultats, nous pouvons tout de même signaler que les productions des élèves au contrôle cette année-là présentent bien plus de similarités avec celles des élèves de MC qu'avec celles des élèves de DB de l'année précédente, tendant à faire penser que le facteur social n'aurait pas eu ici autant d'influence sur les apprentissages des élèves que la composante personnelle de l'enseignant.

Conclusion

La méthodologie que nous avons adoptée nous a permis d'analyser et de comparer des pratiques enseignantes dans des classes différentes (même de niveau différent) en tenant compte de leur complexité, et de mettre en relation ces pratiques avec les apprentissages des élèves. Nos analyses a priori nous ont permis de regarder ce que l'enseignant prévoit pour sa classe pour l'enseignement d'une notion mathématique donnée, mais c'est en les complétant par des analyses de déroulements que nous pouvons interpréter les résultats du contrôle et en inférer des apprentissages. Plus globalement, cette approche des pratiques en lien avec les apprentissages - mais pas seulement - permet de prendre en compte la dimension de *métier* d'enseignant et de mettre en évidence des contraintes et des marges de manœuvre.
Nous pensons d'autre part que ce type d'approche et d'analyses peuvent être exploité en termes de formation : il s'agit alors d'amener les enseignants à analyser leurs pratiques pour réfléchir à des alternatives possibles plutôt que de les évaluer à l'aune de pratiques modèles.

AURELIE CHESNAIS : DIDIREM, Université Paris 7 ; aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS : DIDIREM, Université Paris 12 ;

Bibliographie

COULANGE, L. (2007), Etude de pratiques de professeurs débutants dans des collèges ZEP, dans *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2006. Etude des pratiques de professeurs de mathématiques "néo-titulaires" dans des collèges de zones d'éducation prioritaire*, 215-243.

CRAHAY, M. (2000), *L'école peut-elle être juste et efficace? De l'égalité des chances à l'égalité des acquis.* De Boeck.

FELIX, C. (2004), *Les gestes de l'étude personnelle chez les collégiens : une perspective comparatiste*. Spirale, 33, 89-100.

GRENIER, D. (1988), *Construction et étude du fonctionnement d'un processus d'enseignement sur la symétrie orthogonale en sixième*, Thèse, Université Joseph Fourier, Grenoble.

LIMA, Iranete (2006), *From Students Knowledge Modeling to Teachers Didactic Decisions: Didactical Study in The Case of the Reflexion*. Thèse de doctorat. Université de Grenoble 1.

HOROKS, J. (2006), *Les triangles semblables en classe de seconde: des enseignements aux apprentissages – Etude de cas*. Thèse de doctorat, Université Paris 7*.*

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.

AURELIE CHESNAIS
DIDIREM, Université Paris 7
aureliechesnais@yahoo.fr
JULIE HOROKS
DIDIREM, Université Paris 12
jhoroks@gmail.com