

# Dans des environnements TICE, quelles pratiques d'enseignants pour quelles activités d'élèves ?

Maha Abboud-Blanchard

Equipe DIDIREM

IUFM du Nord-Pas de Calais, Université d'Artois

et Monique Chappet-Paries

Equipe DIDIREM

IUFM de Versailles, Université de Cergy-Pontoise

## Résumé

Les recherches concernant les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement (TICE) ont porté, depuis quelques décennies, en priorité, sur les apprentissages des élèves et sur les potentialités et limites de ces technologies. Depuis quelques années, on assiste à une prise en compte croissante de la "dimension enseignant" pour mieux comprendre ce qui se joue du côté des apprentissages des élèves dans les environnements TICE. Les travaux qui se développent à ce sujet se nourrissent des cadres théoriques et des méthodologies développées et mises en œuvre dans les environnements traditionnels non TICE. Pour notre part, nous nous plaçons dans le cadre de la théorie de la double approche didactique et ergonomique en reprenant essentiellement les outils d'analyse développés dans ce cadre.

Nous proposons dans cette communication d'étudier de façon fine les pratiques d'enseignants dans une séance TICE. Nous étudions plus précisément le déroulement de cette séance en prenant en compte divers aspects parmi lesquels les tâches proposées aux élèves et les activités provoquées. Nous compléterons cette étude par l'analyse du discours de l'enseignant au cours de certaines interactions ce qui nous permettra d'approcher de plus près des effets possibles sur les apprentissages des élèves. La comparaison avec l'étude d'une séance en environnement classique, non TICE, nous aide à mieux cerner des caractéristiques de ces pratiques.

## Mots clés

TICE - Pratiques des enseignants - Discours et aides de l'enseignant- Analyse des tâches- Activités des élèves

## I Introduction

La recherche présentée dans cet article vise à étudier les pratiques d'enseignants "ordinaires"<sup>1</sup> dans un environnement TICE<sup>2</sup>, notamment pendant les interactions enseignant-élèves, afin d'approcher leur influence sur les activités possibles des élèves. En effet, de plus en plus de chercheurs s'intéressent depuis quelques années à l'étude de l'enseignant utilisant des outils technologiques (Ruthven, 2006), (Artigue *et al.*, 2007) mais souvent leurs recherches rapportent sur des enseignants engagés dans des projets d'innovations ou sur des enseignants "experts des TICE". Pour notre part, nous souhaitons explorer le travail de l'enseignant ordinaire utilisant un logiciel dans sa classe à sa propre initiative. Certaines recherches ont

---

<sup>1</sup> Non spécialistes des TICE

<sup>2</sup> TICE : Technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement

déjà relevé quelques questionnements, parfois sous forme d'observations faites au cours des analyses, ou avancé des résultats qui représentent des pistes que nous souhaitons étudier d'une façon plus fine. Nous citons ici, à titre d'exemple, deux recherches qui ont étudié des pratiques d'enseignants ordinaires utilisant des outils informatiques dans leurs classes, en considérant ces pratiques dans leur globalité et leur complexité. La première est celle de Monaghan (2004) qui souligne dans ses résultats concernant les interactions sociales dans la classe que l'enseignant en séance TICE passe plus de temps à s'adresser à des petits groupes (quelques élèves autour d'un ordinateur) qu'à la classe, de façon collective. Il relève également le fait que dans ces environnements, l'enseignant a plus qu'en environnement papier/crayon une activité d'accompagnement des élèves dans l'exécution des tâches prescrites. La deuxième recherche est celle menée par Kendal & Stacey (2002) qui avancent dans leur conclusion le fait que les connaissances mathématiques mises en œuvre pendant les séances TICE restent globalement dans la gamme de celles mobilisables dans des séances papier/crayon. Elles ajoutent que l'apport essentiel de l'outil informatique, du moins tel que le ressent l'enseignant, concerne surtout des connaissances relatives à l'utilisation de cet outil. Dans notre travail, en plus de l'exploration fine de ces pistes, nous cherchons à repérer des spécificités éventuelles de pratiques d'enseignants dans le choix des exercices et l'accompagnement des élèves.

Nous commençons par présenter notre cadre théorique et nos outils méthodologiques que nous faisons ensuite fonctionner dans l'étude<sup>3</sup> de deux séances de géométrie dans l'espace, en classe de troisième dont l'une d'elles utilise un logiciel de géométrie dynamique. Dans cette étude nous relevons, d'une part, les spécificités éventuelles de chaque séance et d'autre part, nous recherchons des invariants et des éléments différenciateurs en analysant les tâches prévues, les activités des élèves et le discours de l'enseignant.

## **II Cadre théorique et méthodologie**

Nous nous plaçons dans le cadre théorique de la "double approche", développé par A. Robert et J. Rogalski (2002) dont l'objectif est de contribuer à l'analyse et à la compréhension des pratiques des enseignants, tant du point de vue de ce qu'elles provoquent en termes d'apprentissages des élèves que du point de vue des impératifs professionnels auxquels elles répondent. Ce cadre articule des approches de didactique des mathématiques et des travaux dans le champ de la psychologie ergonomique basés sur la théorie de l'activité et les théories de psychologie du développement et des apprentissages de Vygotsky et de Piaget. Il légitime de considérer les activités mathématiques des élèves comme intermédiaires entre les apprentissages des élèves et l'enseignement correspondant et insiste sur leur fonction "créatrice" potentielle de connaissances mathématiques. Nous reprenons, dans ce cadre, la distinction que fait J. Rogalski (2003) entre tâche et activité : la tâche est ce qui est à faire ; l'activité est ce que développe un sujet lors de la réalisation de la tâche. Dans notre recherche, nous étudions les activités possibles des élèves en considérant qu'elles dépendent plus ou moins de l'enseignant dans sa façon d'articuler exercices et cours ou d'organiser le travail en classe. Les activités d'élèves que nous étudions sont issues de l'observation de deux séances, en environnement TICE et en environnement papier/crayon<sup>4</sup>. Nous utilisons, pour leur étude, des outils méthodologiques provenant essentiellement de travaux réalisés dans ce cadre théorique.

Dans un premier temps, nous faisons une analyse a priori des tâches, dans les énoncés proposés par l'enseignant. Une tâche mathématique est caractérisée par les mises en

---

<sup>3</sup> Notre étude est présentée d'une façon plus détaillée dans Abboud-Blanchard et Chappet-Paries, 2008.

<sup>4</sup> Nous utiliserons désormais l'abréviation : p/c pour désigner "papier/crayon"

fonctionnement des connaissances des élèves déterminées à partir de ce qui est à leur disposition dans leurs cours (Robert 1998). Les mises en fonctionnement des connaissances des élèves demandent des adaptations de celles-ci relatives à un niveau scolaire donné. A. Robert distingue plusieurs types d'adaptation (Robert 2005) comme par exemple : la reconnaissance de modalités d'application des notions, théorèmes, méthodes, formules ; l'introduction d'étapes ; l'utilisation de questions précédentes dans un problème ou encore l'existence de choix. Nous repérons aussi les tâches simples et isolées qui sont des applications immédiates (sans adaptation) d'une propriété.

Dans un second temps, nous étudions les déroulements des séances en repérant les aides de l'enseignant et en essayant de trouver des caractéristiques de son discours.

Les interventions de l'enseignant sont souvent des aides. Certaines peuvent modifier les activités possibles des élèves. Selon le moment où elles interviennent, avant, pendant, après un travail mathématique d'élève, les aides accordées par le professeur seront différentes (Robert, 2007) :

- Les aides au démarrage concernent la façon dont le professeur organise l'orientation du travail à venir (par exemple par un questionnaire collectif ou non sur le choix de la procédure à appliquer).
- Les aides procédurales jouent sur les tâches prescrites en modifiant les activités par rapport à celles prévues à partir de l'énoncé (par exemple en découpant les tâches).
- Les aides constructives ajoutent quelque chose entre l'action de l'élève et la construction (espérée) de la connaissance qui pourrait en résulter (par exemple par des rappels et des bilans).

A un niveau plus fin, la qualité du discours de l'enseignant contribue aussi sans doute à modeler les activités des élèves. Pour étudier le discours, nous nous basons sur le travail de M. Paries (2002) qui, dans sa thèse, a construit une méthodologie d'étude du discours de l'enseignant de mathématiques en adaptant notamment des outils utilisés en psychologie. Elle s'est inspirée des fonctions du discours repérées par Bruner dans le processus de tutelle ou d'étayage de l'adulte qui vient en aide à l'enfant, pour attribuer des fonctions aux interventions du professeur. Ces fonctions précisent la manière dont l'enseignant intervient pas à pas dans le détail du travail des élèves. Pour étudier le discours de l'enseignant dans les séances observées, nous avons repris les deux groupes de fonctions ainsi définis :

- Les fonctions cognitives qui ont un rapport avec la tâche à résoudre et le savoir mathématique. Ce sont les fonctions : distribution de tâches, introduction d'une sous-tâche, bilan, évaluation, justification et structuration.
- Les fonctions d' enrôlement qui sont apparemment indépendantes de la tâche, en tout cas dans leur formulation, mais qui peuvent avoir un effet quant à sa résolution. Elles permettent au professeur de maintenir la communication. Ce sont les fonctions : engagement, mobilisation de l'attention des élèves, encouragement et mutualisation.

A partir des analyses précédentes, nous tentons de reconstituer les activités des élèves. En effet, si nous avons accès aux activités possibles de certains élèves, nous ne pouvons pas être sûrs que tous les élèves les ont "faites". Cela nous amène à distinguer des activités *a maxima*, celles des élèves qui répondent rapidement aux demandes du professeur et les autres, *a minima*, celles des élèves qui attendent qu'un maximum de choses aient été indiquées.

### III Données et analyses

Nous présentons ici l'analyse de deux séances portant sur la géométrie dans l'espace en classe de troisième. Les deux séances traitent du même thème, l'intersection d'une pyramide par un

plan parallèle à la base. Le premier professeur, Anne, propose à ses élèves d'utiliser un logiciel de géométrie dynamique, GeospacW, et le second, Denis, mène sa séance dans un environnement plus classique papier/crayon. Dans les deux cas, le professeur s'est filmé en plaçant une caméra fixe dans un coin au fond de la salle de classe (prenant ainsi la totalité de l'activité au tableau pour la séance de Denis), aucun observateur n'était présent.

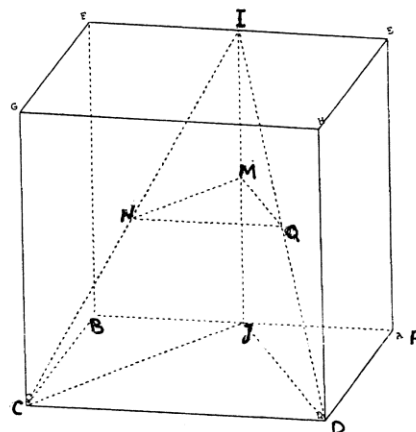
## 1. La séance d'Anne – environnement TICE

La séance se passe dans une classe de niveau plutôt faible (au dire de l'enseignante). Les élèves travaillent, en salle informatique ; ils sont répartis par groupes de deux sur un ordinateur, ils ont à traiter la troisième partie d'un problème, les deux premières parties ont déjà été traitées dans une séance antérieure.

### Présentation et analyse succincte des tâches

Les élèves ont, en début de séance, à charger le fichier contenant la figure et les constructions réalisées lors de la séance précédente et à réaliser les tâches données fournies dans un document papier (figure 1).

3<sup>ème</sup> partie



1. Soit M le milieu de [IJ]. On a coupé le solide IJCD par le plan  $P_1$  passant par M et parallèle à la base JCD.

Pour effectuer cette section avec le logiciel :

- Créer / solide / polyèdre convexe / défini par ses sommets ( nom du polyèdre Py)
- Créer le plan  $P_1$  passant par M et parallèle au plan JCD
- Créer / ligne / polygone convexe / section d'un polyèdre par un plan ( Nom du polyèdre Py, nom du polygone p)
- Créer le point N, point d'intersection de la droite (IC) et du plan  $P_1$
- Créer le point Q, point d'intersection de la droite (ID) et du plan  $P_1$

Examiner successivement avec le logiciel les plans JCD et MNQ.

Calculer les valeurs exactes de MN, NQ, et MQ.

2. Calculer les aires des triangles MNQ et JCD.
3. Calculer la valeur exacte du volume du solide IMNQ
4. Comparer les volumes de IMNQ et de IJCD

Figure 1 : Fiche élève

La première et la deuxième partie du problème avaient permis, lors de la séance précédente, de : charger le fichier où un cube ABCDEFGH est pré-dessiné, de construire I milieu de [EF]

et J milieu de  $[AB]$  ; faire une exploration guidée de la figure en la faisant tourner ; conjecturer que le triangle JCD est isocèle ; calculer les longueurs JC et JD et l'aire de JCD ; reconnaître IJD comme triangle rectangle en J et enfin calculer le volume de IJCD.

Dans la troisième partie (figure 1), il s'agit d'abord (question 1) de réaliser, à l'aide de GeospacW, la section de la pyramide IJCD par le plan parallèle à la base (JCD) et passant par le milieu M de la hauteur  $[IJ]$ , obtenant ainsi les points N et Q.

La tâche de construction de la section avec GeospacW est entièrement guidée. Les instructions de manipulations sont données pas à pas, les élèves n'ont qu'à suivre ces instructions.

Il est ensuite demandé d'examiner les plans (JCD) et (MNQ) à l'aide de GeospacW. Il s'agit de percevoir que MNQ est la réduction à l'échelle  $\frac{1}{2}$  de JCD. Les tâches qui suivent et qui consistent à calculer les aires des triangles MNQ et JCD (question 2), puis à calculer le volume de IMNQ (question 3) et enfin à comparer les volumes de IMNQ et IJCD sont des tâches mathématiques complexes. En effet, elles demandent que les élèves :

- prennent des initiatives (par exemple, construire une hauteur dans un triangle afin de calculer son aire) ;
- fassent les adaptations nécessaires pour appliquer des formules d'aires ou de volumes dans les cas particuliers de cet exercice ;
- effectuent un changement de cadre (question 3 de comparaison) qui consiste à introduire la comparaison de deux nombres dans un cadre géométrique.

Nous considérons maintenant les tâches relatives à l'utilisation de l'outil informatique (que nous nommerons désormais tâches "ROI"<sup>5</sup>). Ces tâches concernent exclusivement la première question, les trois questions qui suivent se font en p/c. Nous pouvons en identifier quatre : chargement de la figure ; création du point M ; création de la section ; examen des plans. Les deux premières tâches sont simples et les commandes nécessaires pour leurs exécutions ont déjà été utilisées lors de la séance précédente. Quant à la troisième, elle ne semble demander aucune adaptation, une exécution "fidèle" de la liste détaillée des commandes données suffirait pour aboutir à la construction demandée. Pour accomplir la quatrième, il s'agit d'abord de faire appel, du côté de l'outil informatique, aux questions posées dans la première partie du problème pour reconnaître les modalités d'application de la série de commandes amenant à visualiser un seul plan, puis de faire des allers-retours entre les plans JCD et MNQ. Cette visualisation successive des deux plans va permettre, du côté mathématique, d'identifier visuellement que le triangle MNQ est isocèle et faire la conjecture qu'il est une réduction du triangle JCD.

Les tâches *ROI* sont donc concentrées dans la première question. La partie la plus complexe (construction de la section) est délibérément facilitée (dans le texte de l'énoncé) en fournissant une liste guidée des commandes à exécuter et les autres parties font appel à des connaissances *ROI* déjà travaillées dans la séance précédente.

Il est donc raisonnable de penser que les tâches *ROI* d'une part, n'occuperont qu'un temps limité dans l'activité attendue de l'élève et d'autre part, sont suffisamment détaillées pour permettre, à nos yeux, un fonctionnement autonome des élèves. Les tâches mathématiques sont, elles, plus complexes et demandent des prises d'initiative et des adaptations nombreuses, elles nécessitent donc plus de temps pour la résolution.

---

<sup>5</sup> Relative à l'Outil Informatique

### ***Quelques éléments relatifs au déroulement de la séance***

Nous avons observé et analysé le fonctionnement de 9 groupes d'élèves. Dans notre étude du déroulement, nous avons systématiquement relevé les interventions de l'enseignante et les activités qu'elle propose aux élèves au cours ou à la fin de ses interventions dans les groupes. Nous ne détaillerons pas ici cette étude. Nous notons d'une façon globale que les élèves sont en autonomie de très longs moments. Quand elle est présente, l'enseignante découpe la tâche en sous tâches possibles à exécuter sur le champ par les élèves, afin de les « remettre en selle ». Ses interventions auprès des différents groupes, selon les moments, se ressemblent comme nous le verrons par la suite lorsque nous les examinerons plus finement.

Les interventions collectives de l'enseignante sont rares. Elles portent, en début de séance, sur le démarrage du travail et, en fin de séance, sur le travail à terminer. Une intervention collective, une demi-heure après le début de la séance, pointe le lien entre la question posée dans l'énoncé et le cours.

### ***Les aides de l'enseignante et les activités des élèves***

Les aides apportées par l'enseignante sont presque toutes des aides « procédurales » et contribuent à simplifier finalement les activités des élèves. En effet le découpage du travail en tâches simples voire simples et isolées est ici manifeste. L'enseignante va donc au plus court en dictant presque le travail à effectuer, voire en prenant en main la souris lorsqu'il s'agit d'une tâche *ROI*. Les élèves n'ont, la plupart du temps de présence de l'enseignante, qu'à suivre ses instructions, à terminer une phrase ou, au mieux, choisir dans le cahier de cours ou le manuel un théorème sachant qu'après ils seront seuls pour un long moment.

Soulignons que le professeur ne peut accompagner chaque groupe que très peu de temps et que son aide doit permettre aux élèves de poursuivre seuls le travail. On peut se demander si le découpage de la tâche est un gage d'efficacité pour Anne.

Nous constatons cependant que l'enseignante n'a pas réussi à atteindre son objectif, les élèves ont été trop lents dans la construction de la section de la pyramide. Anne avait prévu les tâches *ROI* comme aide dans la phase de démarrage de l'activité pour faciliter l'entrée dans la résolution "mathématique" du problème, en un temps limité. S'apercevant au cours de la séance que ces tâches ont occupé plus de temps que prévu, elle a essayé d'en accélérer l'exécution soit en faisant le travail elle-même, soit en accompagnant pas à pas les élèves. Elle a également tenté de mobiliser les élèves par un bilan collectif du peu de temps de travail restant.

Les aides apportées par l'enseignante se sont centrées sur la construction de la section qui, a priori, ne nécessitait que l'exécution minutieuse de la liste des commandes données.

Nous ne pouvons pas considérer ces aides comme étant de type « procédural », puisqu'il n'y a pas de modification des activités prévues. Ce type ne faisant pas partie de la typologie, définie par Robert (*ibid.*), que nous utilisons dans notre étude, nous proposons d'introduire dans ce contexte un type d'aides que nous qualifierons de « manipulatoire ». Nous définissons ces aides comme étant celles qui consistent à accompagner l'élève pour que l'activité prévue se réalise sans modification de la tâche, étant donné que celle-ci est déjà suffisamment « réduite » pour ne plus être découpée. Ce type d'aide est lié directement à l'utilisation d'instruments. Il est plutôt présent dans les séances en environnements informatiques étant donné l'omniprésence de l'instrument mais nous le rencontrons également dans les environnements p/c à l'occasion, par exemple, des premières utilisations d'instruments de dessin (le rapporteur en 6<sup>ème</sup>).

Nous avons observé que les activités possibles des élèves sont de deux ordres :

- Soit les élèves ne travaillent qu'avec le professeur, comme on peut le constater pour certains groupes dans la vidéo. Un exemple en est un des groupes qui au bout de 38 minutes n'a toujours pas tracé la section de la pyramide par le plan.
- Soit les élèves poursuivent seuls le travail commencé avec ou sans l'enseignante.
- Les groupes que nous avons observés ont tous créé la section et examiné les plans (JCD) et (MNQ) mais très peu ont calculé la longueur MN qui était l'objet de la question 1.

Nous constatons également que les activités des élèves sont très différentes selon les groupes. Aucun n'a pu arriver à la comparaison des volumes des pyramides ni même à celle des aires. Cependant, certains élèves ont eu à leur charge quelques adaptations comme le choix du théorème à utiliser, en particulier le groupe 1 qui contrairement aux autres groupes et à l'attente de l'enseignante, utilise un des théorèmes des milieux pour calculer les longueurs des côtés du triangle MNQ. Ce groupe a aussi réussi à organiser un raisonnement pour calculer l'aire de MNQ (question 2).

### ***Etude des fonctions du discours***

Nous avons effectué une analyse des fonctions du discours du professeur pendant la séance que ce soit auprès des différents groupes ou adressé à la classe. Nous avons ensuite calculé le pourcentage de chaque fonction par rapport à la totalité des fonctions recueillies.

Nous constatons tout d'abord que les fonctions d'enrôlement représentent un très faible pourcentage de l'ensemble des fonctions du discours (7%). Nous l'expliquons en partie par la prise en charge de la mobilisation de l'attention des élèves et de l'engagement dans les tâches par l'environnement lui-même. Ce faible pourcentage peut également être dû au fait que l'enseignante s'adresse, la plupart du temps, aux élèves individuellement. En effet, après la première phase de lancement de l'activité (début de séance) nous assistons à un éclatement du groupe classe en plusieurs mini-classes (groupes de 2 élèves devant un ordinateur) qui fonctionnent d'une façon autonome et auxquelles l'enseignante s'adresse en tant que telles.

Nous constatons également que la structuration revêt une importance considérable (28%). En distinguant 3 types de structuration, nous relevons que la structuration du temps occupe une place presque égale à la structuration de la tâche mathématique. Cela rejoint le constat que nous avons fait ci-dessus : le temps d'exécution des tâches avance lentement, l'enseignante en est consciente et essaie par la structuration d'y remédier.

La distribution de tâches et l'introduction de sous tâches concerne particulièrement les tâches mathématiques : 21%. Celles relatives aux tâches *ROI*, sont minoritaires : 5%, nous attribuons ce fait à la nature de ces tâches qui sont simples et bien détaillées dans la fiche élève.

La fonction bilan occupe 15% des fonctions du discours. Ces bilans sont presque tous individuels, faits dans les mini-classes ; les deux seules interventions collectives (présentés précédemment) sont des bilans.

Nous avons constaté de plus que certaines fonctions semblent se succéder dans un même ordre dans les groupes. Les interventions de l'enseignante commencent majoritairement par une évaluation (parfois associée à une structuration) suivie d'une sous tâche. Elles peuvent aussi commencer par un bilan (associé parfois à une structuration) suivi d'une sous tâche.

Nous pouvons ainsi établir la succession des actions de l'enseignante :

- elle arrive dans une mini-classe ;
- elle fait une évaluation ou un bilan du travail accompli ;
- elle accompagne l'élève (avec éventuellement une structuration) en découpant en sous tâches ;

- si l'élève commence l'exécution correctement, elle le laisse pour passer à une autre mini-classe.

## 2. La séance de Denis – environnement papier-crayon

Le collège dans lequel enseigne Denis est situé dans un quartier favorisé. La séance analysée porte également sur l'intersection d'une pyramide par un plan parallèle à la base. Comme pour Anne, nous ne présentons pas d'une façon détaillée cette séance, nous ciblons plutôt les éléments qui nous permettent de mener par la suite la comparaison des deux séances.

### *Quelques éléments relatifs au déroulement de la séance*

Denis dicte l'énoncé aux élèves et le complète tout au long de la séance : " *Alors vous marquez :  $SABCD$  est une pyramide régulière à base carrée ; alors de côté, on va prendre  $AB$  égale 3cm, et une hauteur ; alors on avait précisé l'autre fois quand la pyramide était régulière, que  $O$  était le centre de  $ABCD$ , et on va prendre  $SO$  égale 6cm* ". Le schéma de la pyramide initiale,  $SABCD$  est projeté au tableau (figure 2).

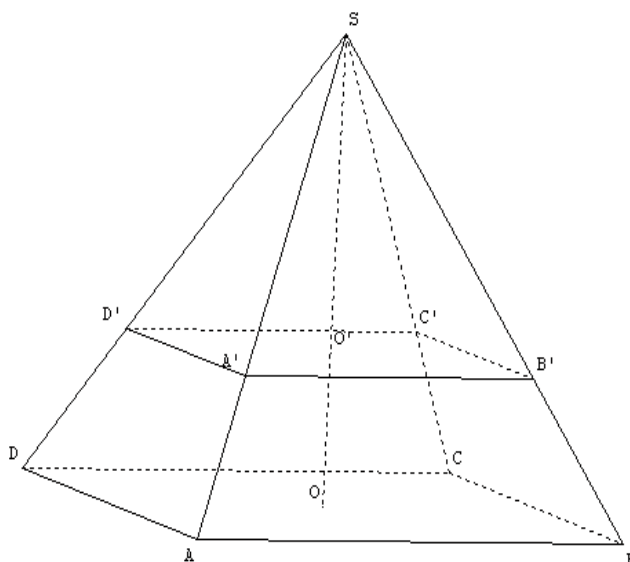


Figure 2 : Schéma projeté au tableau

La plupart des phases de cette séance se décomposent en deux parties : une première d'élaboration, à l'oral des raisonnements et une seconde où un élève reprend pendant que le professeur écrit au tableau. Un temps très long est consacré à la construction de sous figures dans différents plans contenant les faces de la pyramide. C'est comme si implicitement le professeur voulait montrer la richesse de ces figures et l'apport que peut constituer un retour à la géométrie plane.

### *Les aides de l'enseignant et les activités des élèves*

Elles sont pour la plupart de type «procédural», contribuant à structurer, organiser, et donc finalement à simplifier les activités. Le découpage du travail en tâches simples voire simples et isolées est très visible.

L'enseignant utilise les réponses partielles des élèves qu'il sélectionne, relance jusqu'à obtenir la bonne réponse. Il construit lui-même le fil de la stratégie très précise qu'il a choisie de suivre.



Une seule aide peut s'apparenter à une aide "constructive" elle concerne la rédaction de la démonstration.

Le tableau sert de modèle aux élèves. Les élèves peuvent essayer de répondre aux questions posées ou attendre de recopier le tableau. Il y a donc deux types d'activités, *a minima* et *a maxima*.

La prise d'images par une caméra fixe, orientée vers le tableau, ne pouvant nous renseigner d'une façon explicite que sur les interactions de l'enseignant, collectives avec la classe ou avec l'élève qui passe au tableau, nous faisons des hypothèses quant au travail personnel des élèves. On peut ainsi supposer que tous les élèves arrivent à recopier la figure, en perspective cavalière, qui est au tableau et les trois sous-figures planes, elles aussi au tableau. On peut également faire l'hypothèse que les élèves ont tous écrit le raisonnement amorcé et dicté. Certains ont peut-être anticipé et réussi les constructions demandées. De plus certains élèves répondent aux questions posées par l'enseignant. Néanmoins aucune démonstration aboutie de la nature (carré) du quadrilatère  $A'B'C'D'$  (formé par la section de la pyramide par un plan parallèle à la base) n'est finalement proposée. Il n'est nulle part question des angles droits quant à l'égalité des longueurs, si elle est évoquée, elle n'est pas écrite jusqu'au bout.

### ***Analyse du discours : les fonctions et la prise en compte des élèves***

Nous résumons notre analyse des fonctions du discours dans le tableau suivant :

Phases de la séance	Fonctions	Pourcentage
Détermination de la position du plan de section /Elaboration d'une stratégie	Fonctions les plus utilisées	Mutualisation 20% Bilan 20% Evaluation 15%
	Fonctions d' enrôlement	35%
Correction	Fonctions les plus utilisées	Bilan 33% Découpage en sous tâches 18% Evaluation et structuration 13%
	Fonctions d' enrôlement	18%

Dans cette séance, de nombreux élèves sont interrogés par leur prénom et si le professeur leur propose des activités, il a un projet à suivre et à mener à bien. De ce fait, les réponses des élèves sont évaluées brièvement et le professeur met en place lui même les différents éléments dont il a besoin dès qu'une réponse ne lui convient pas. Les élèves n'ont alors que des phrases à terminer, des sous tâches à effectuer.

La négociation est moins riche, à mesure que le temps avance, d'ailleurs des fonctions associées, mutualisation/évaluation/bilan, que nous remarquons au début de la séance il ne reste, à la fin, qu'évaluation/bilan. La fonction mutualisation qui apparaissait au début de la séance disparaît à la fin.

Au final, il nous semble qu'il y a trop d'enjeux dans cette séance pour trop peu de temps :

- utiliser des " sous " figures planes et même en vraies grandeurs;
- démontrer dans un cas particulier que la section d'une pyramide par un plan parallèle à la base est une réduction de la base;
- introduire le théorème concernant rapport des longueurs, des aires, des volumes dans une réduction (ou un agrandissement).

### 3. Comparaison des deux séances

Dans cette partie nous mettons en perspective les analyses des deux séances afin de repérer ce qui pourrait relever d'un environnement TICE et ce qui est commun aux deux environnements. Les éléments de comparaison portent essentiellement sur : les tâches proposées aux élèves, les aides de l'enseignant ainsi que son discours et sur les activités des élèves.

Les tâches mathématiques proposées aux élèves sont plus riches pour la séance d'Anne puisqu'elles demandent de nombreuses adaptations dont la construction d'étapes dans le raisonnement. Les tâches relatives à l'outil informatique, quant à elles, sont bien détaillées (découpées) dans le document papier de l'élève. La séance de Denis est plus balisée, d'ailleurs il ne définit pas la tâche entière mais la bâtit au fil de la séance. Les tâches demandent ainsi des adaptations peu variées et peu nombreuses, les élèves suivent le cheminement tracé par l'enseignant.

Les aides des deux enseignants sont de même nature, en général procédurales. La séance d'Anne est caractérisée par peu d'aides au démarrage de la résolution de la tâche mathématiques et par la rareté des aides collectives. La nécessité pour l'enseignante de s'adapter au raisonnement de chaque groupe d'élèves est manifeste et ses aides laissent alors peu de marge de manœuvre aux élèves. Ces interventions aboutissent ainsi à un découpage des tâches en tâches simples voire simples et isolées voire même l'exécution "mécanique" d'une série de commandes.

Si nous nous plaçons du côté de l'analyse du discours de l'enseignant, nous relevons que les fonctions d'enrôlement revêtent des importances différentes dans les deux séances : 7% en TICE et 28% en p/c. Nous faisons ici l'hypothèse qu'une partie de ces fonctions est prise en charge par l'environnement TICE. Quant aux associations de fonctions, elles se terminent chez Denis par la fonction bilan alors qu'elles se prolongent par une sous tâche chez Anne. La différence de statut des deux séances nous permet d'en donner une interprétation. La séance de Denis est une séance de découverte. D'ailleurs il ne dévoile qu'au fur et à mesure de son cheminement les tâches que les élèves auront à effectuer. Son objectif est donc de leur faire appréhender des résultats (fonction bilan) sur lesquels il pourra s'appuyer pour élaborer son cours. C'est donc lui qui pilote et qui fait émerger ce qu'il faut retenir de la séance. La séance d'Anne est une séance d'entraînement dans laquelle elle a choisi, par la forme même de sa gestion de la séance de laisser les élèves seuls face aux résultats trouvés. Son objectif est donc de les engager à une recherche autonome, en son absence, par une relance (distribution d'une sous tâche).

Un autre élément caractéristique, concerne la gestion de la classe et rejaillit sur l'activité des élèves. Les élèves, en séance TICE, bénéficient de longs moments de recherche en autonomie : 12min, 20 min ... L'enseignante est présente auprès de chaque groupe pendant un temps cumulé qui n'excède pas cinq minutes. Cela explique en partie la présentation très détaillée des tâches *ROI* dont nous avons parlé ci-dessus alors que, dans la classe de Denis, comme nous l'avons déjà évoqué, les élèves suivent le raisonnement du professeur et ne sont jamais autonomes. Cette autonomie des élèves, dans un environnement TICE, implique aussi pour Anne une nécessité à s'adapter au raisonnement des élèves : elle reconstitue ce qu'ils ont fait et tente de leur faire poursuivre leur raisonnement alors que Denis poursuit son projet, les élèves le suivent.

Du côté des activités des élèves, celles *a maxima* sont, par la nature des tâches, plus riches pour certains élèves d'Anne que pour ceux de Denis. Ces activités sont différentes selon les groupes et non homogénéisées par l'enseignante, cette diversité étant renforcée par l'absence

d'aides mathématiques au démarrage. Nous ne pouvons pas juger des activités *a minima* des élèves d'Anne car nous n'avons observé qu'une partie de la classe. Par contre, il nous semble que tous les élèves de la classe de Denis ont écouté le raisonnement et recopié le tableau. Le démarrage collectif de la résolution avait favorisé des activités possibles similaires des élèves.

Comme nous l'avons remarqué au cours de l'analyse de la séance TICE, en reconstituant les activités des différents groupes, l'utilisation de l'outil informatique semble différenciateur alors que, dans la séance papier/crayon, l'enseignant s'efforce de neutraliser les différences entre élèves en donnant le tableau pour modèle. Différenciateur par rapport au temps : par exemple, au bout de 38 minutes, un groupe dans la classe d'Anne en est encore aux tâches de démarrage. Différenciateur aussi par rapport aux activités possibles des élèves: les groupes n'en sont pas tous au même point en fin de séance. Le professeur ne tente pas d'uniformiser l'avancement du travail et nous ne relevons que deux interventions collectives dans ce sens. C'est un peu comme si Anne s'adressait successivement à plusieurs « mini-classes » fonctionnant de façon autonome. Ce mode de fonctionnement nous paraît être une caractéristique d'une séance en salle informatique, même si dans des séances p/c organisées en groupes on a pu observer un phénomène analogue mais peut être moins marqué (David 2000).

## IV Conclusion

Pour conclure, nous relisons nos résultats en essayant de dégager des spécificités éventuelles de la séance TICE tant au niveau des pratiques des enseignants qu'à celui des activités provoquées des élèves.

Le projet initial, global, de l'enseignante en environnement TICE nous semble être peu différent de celui qui serait mené dans l'environnement p/c. Il s'adresse à la classe : tous les élèves cherchent à résoudre le même exercice. Cet exercice porte sur la résolution de tâches mathématiques, identiques à celles pouvant être proposées en p/c. Ceci rejoint les résultats de recherches cités en introduction.

Le déroulement de la séance, quant à lui, est différent de celui de la séance p/c. En effet, la classe en environnement TICE a "éclaté" en mini-classes qui ont fonctionné indépendamment les unes des autres. La gestion collective de la classe a presque disparu sauf en ce qui concerne la gestion du temps. Nous retrouvons dans ce mode de fonctionnement : éclatement en mini-classes et leurs gestions, un des constats soulevé par Monaghan (*ibid*) à savoir, l'enseignant en séance TICE passe plus de temps à s'adresser à des petits groupes que de temps en interventions collectives.

De plus, pour chacune de ces "mini-classes", le professeur s'adapte à ce que font les élèves. C'est un élément important de la gestion d'une séance TICE en salle informatique et qui la différencie d'une séance p/c. En effet, l'enseignant, dans le premier cas, est amené à se "couler" dans le raisonnement de l'élève puisqu'il arrive, de fait, le plus souvent, "en cours de route", alors que dans le second cas, ce sont plus souvent les élèves qui s'adaptent au projet du professeur. Les interventions collectives, plus fréquentes, de ce dernier permettent une reprise en main de la résolution des tâches et une unification des activités possibles des élèves.

Les aides de l'enseignante au démarrage semblent concerner exclusivement les tâches relatives à l'outil informatique. En cours de séance ces aides sont, pour la plupart, procédurales. Elles sont, en partie, motivées par un souci de faire avancer le travail. Ce souci "d'efficacité" conduit à un découpage des tâches, voire même l'exécution mécanique d'une série de commandes. De ce fait nous en sommes venus, sur le plan méthodologique à introduire un nouveau type d'aide pour en rendre compte, les aides "manipulatoires".

Les fonctions d' enrôlement sont peu présentes dans le discours, elles semblent être prises en charge par le logiciel. Les successions de fonctions du discours repérées nous ont amené à une description ordonnée des actions de l'enseignante qui montrent, comme le souligne Monaghan (*ibid.*), que l'enseignant a bien une activité d'accompagnement des élèves dans l'exécution des tâches prescrites.

Quant aux activités des élèves, nous constatons qu'elles sont très différentes selon les groupes : simple exécution d'une commande ou élaboration et suivi d'une stratégie de résolution. L'outil TICE semble donc engendrer des différences très importantes entre élèves. Pour certains élèves les activités provoquées sont encore enrichies par leur autonomie, pour d'autres, les difficultés d'utilisation de l'outil sont un frein de plus à leur entrée dans la résolution de la tâche mathématique.

L'outil informatique n'est ici pas générateur de mutualisation des connaissances des élèves et n'a pas favorisé les interventions collectives de l'enseignant. L'utilisation de l'outil informatique semble donc, comme nous l'avons déjà dit, différenciateur ; alors que, dans la séance papier/crayon, l'enseignant s'efforce de neutraliser les différences entre élèves en donnant le tableau pour modèle.

Finalement, travailler pour le professeur dans cet environnement TICE semble être d'une part déstabilisant et d'autre part plus coûteux qu'un fonctionnement en environnement papier/crayon :

*Déstabilisant* pour l'enseignant, car les interventions mathématiques sont identiques à celles en papier/crayon mais répétées dans chaque mini-classe et les interventions relatives à l'utilisation de l'outil informatique occupent parfois un temps conséquent non prévu initialement. Les aides sont parfois inhabituelles et à la limite du mathématique (les aides manipulatoires). Les fonctions d' enrôlement sont peu présentes, prises en charge en partie par l'environnement (engagement, mobilisation de l'attention des élèves) alors qu'elles occupent en général une place importante en séance papier/crayon.

*Plus coûteux*, car la gestion est moins confortable/prévisible et demande à l'enseignant de s'adapter à chacune des mini-classes : reconnaissance et identification des besoins des élèves ; adoption éventuelle de la méthode des élèves; réactivité et aides appropriées. Le retour à un fonctionnement collectif pour faire un bilan et unifier les connaissances des élèves devient plus difficile, les élèves étant accaparés par les interactions avec la machine et les avancées de leur travail sont déphasées.

Tous ces éléments constituent, à notre avis, des freins à la mise en place de séances TICE, en classe de mathématiques et peuvent, en partie, permettre de comprendre la réticence, encore persistante, de nombre d'enseignants à intégrer les TICE dans leur enseignement.

## V Bibliographie

Abboud-Blanchard M., Chappet-Paries M. (2008), L'enseignant dans une séance de géométrie dynamique. Comparaison avec une séance en papier-crayon, in : *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*, Vandebrouck ed. Octarès.

Artigue M., Abboud-Blanchard M., Cazes C., Vandebrouck F. (2007) *Suivi de l'expérimentation de ressources en ligne pour l'enseignement des mathématiques en classe de seconde*. Rapport final de l'IREM de Paris 7 pour la Région Ile de France.

Bruner J. (1983), *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris: Presses Universitaires de France.

- David M.C., (2000), Le travail en petits groupes : un remède à l'hétérogénéité des groupes de travaux dirigés et à la passivité des étudiants. *Actes du colloque de la CFEM*, Grenoble.
- Kendal M., Stacey K., (2002), Teachers in transition: Moving towards CSA-supported classrooms, *ZDM*, 34(5), 196-203.
- Monaghan J. (2004), Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *The International Journal of computers for mathematical learning*, vol.9, 327-357
- Paries M. (2004), Comparaison de pratiques d'enseignants de mathématiques- Relations entre discours des professeurs et activités potentielles des élèves, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 24, n°2.3, La pensée sauvage.
- Robert A. (2007), Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré) : une hypothèse, des inférences en formation, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 27/3
- Robert A., (2005), *Un module de licence professionnel*, Document pour la formation des enseignants n°6, IREM de Paris 7.
- Robert A., & Rogalski J., (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *La revue canadienne des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol. 2.4.
- Rogalski J. (2003), Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3), 343-388.
- Ruthven K. (2006), Embedding new technologies in complex ongoing practices of school mathematics education. *International Journal for Technology in Mathematics Education* 13(4), 161- 167.