# Les gestes d'étude en mathématiques d'élèves de Première Scientifique

**Corine Castela**[1],
Equipe Didirem Paris 7,
Iufm de l'Académie de Rouen

Les travaux présentés dans cette intervention s'intéressent à la question de l'échec dans l'enseignement post-obligatoire, plus précisément au phénomène suivant : pour de nombreux élèves jusque là en réussite en mathématiques, le passage en Première Scientifique[2] se traduit pour cette discipline par une baisse notable dans la hiérarchie scolaire.

Les recherches que je mène actuellement abordent cet objet de deux points de vue, celui des institutions, celui des élèves. Les questions suivantes constituent pour chacune de ces approches une porte d'entrée dans l'étude :

- Du côté des institutions :

Qu'est-ce qui change en mathématiques entre collège et Première S pour rendre ainsi inadéquat le travail de certains élèves ?

En particulier, que recouvre le discours rituel sur l'importance de l'autonomie au lycée ?

- Du côté des élèves :

Qu'est-ce qui différencie le travail des élèves en Première Scientifique ?

Peut-on repérer des gestes d'étude plus spécifiques des élèves en réussite ?

Dans ce texte, l'approche institutionnelle est abordée dans les deux premières sections, l'étude du travail personnel des élèves dans la dernière. Il me paraît intéressant de signaler que ces deux axes se distinguent non seulement par leur objet mais aussi par la nature des recherches correspondantes.

---

[1] Corine.Castela @ rouen.iufm.fr

[2] Sixième année de l'enseignement secondaire, deuxième du lycée, 16-17 ans, section spécialisée en sciences.

Dans le premier cas, le travail est mu par une dynamique théorique. Il constitue un développement de mes travaux antérieurs sur les enjeux d'apprentissage relatifs à la résolution de problèmes en mathématiques (Castela 2000, cours de la 13e Ecole d'Eté de didactique des mathématiques, article soumis à RDM). Ceux-ci me permettent d'apporter quelques éléments de réponse aux questions relatives à la comparaison des institutions, plus largement de formuler des conjectures sur ce point et de définir les modalités des recherches qui permettraient d'obtenir des résultats pour des contenus mathématiques plus nombreux. Articulés avec le modèle de structuration du milieu, ils m'outillent pour définir un modèle des différentes positions de l'élève dans un système didactique, modèle utilisable pour envisager *a priori* des éléments de différenciation parmi les gestes d'étude des élèves. L'objectif des sections I et II de ce texte est de présenter, sans éluder les difficultés rencontrées, l'état actuel de mes propositions relatives au modèle de structuration du milieu, en me centrant sur les niveaux didactique et sur-didactique.

Le travail présenté dans la section III se situe, au contraire du précédent, dans une logique empirique : il s'agit d'explorer la terre largement inconnue du travail personnel des élèves de Première Scientifique à partir de 10 entretiens centrés sur la préparation du dernier contrôle de mathématiques. L'analyse de ces entretiens est en cours, je me contenterai ici de présenter quelques éléments saillants qui, dans la limite de validité de la méthodologie utilisée, nous informent sur les gestes d'étude à ce niveau et leurs possibles différences d'efficacité. Je citerai également dans les sections I et II des extraits d'entretiens, comme appuis venant du terrain aux analyses théoriques développées.

Développement théorique d'un côté, empirique de l'autre, ces deux pans de la recherche en cours débouchent sur deux pièces d'un puzzle qui dans l'état actuel du travail ne sont pas encore entièrement ajustées, même si les deux démarches convergent déjà sur les points essentiels. La conclusion de ce texte s'efforcera de montrer les points qui font encore problème.

# 1. Essai de caractérisation des positions E0 et E1 (niveaux didactique et sur-didactique local)

Le modèle de structuration du milieu, introduit par G.Brousseau, modifié par C.Margolinas puis complété par I.Bloch pour le professeur (voir Margolinas, 2002, p.145 pour une version facilement accessible) comporte une position pour E dans les situations S0 et S1.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| M3 :<br>M-de construction | | P3 :<br>P noosphérien | S3 : Situation<br>noosphérienne | |
| M2 :<br>M-de projet | | P2 :<br>P constructeur | S2 : Situation<br>de construction | Sur-didactique |
| M1 :<br>M-didactique | E1 :<br>E-réflexif | P1 :<br>P projeteur | S1 :<br>Situation de projet | |
| M0 :<br>M-d'apprentissage | E0 :<br>Elève | P0 : Professeur-pour<br>-l'élève | S0 : Situation<br>Didactique | |
| M-1 :<br>M-de référence | E-1 :<br>E apprenant[3] | P-1 :<br>Professeur en action | S-1 : Situation<br>d'apprentissage | |
| M-2 :<br>Milieu objectif | E-2 :<br>E agissant | P-2 :<br>P Observateur | S-2 : Situation de<br>référence | A- didactique |
| M-3 :<br>Milieu matériel | E-3 :<br>E objectif | | S-3 :<br>Situation objective | |

*Tableau 1. – Modèle de structuration du milieu (C.Margolinas, I.Bloch)*

Pour aboutir à une caractérisation de l'ensemble formé par ces deux positions et tenter de différencier l'une de l'autre, je m'appuierai sur une description des responsabilités qui incombent à P0. Sans prétention à l'exhaustivité puisque mon objet de travail n'est pas le professeur mais l'élève, cette description prendra en compte ce que je considère comme une dualité de l'enseignement des mathématiques, dualité que je vais analyser maintenant.

## 1.1. La double orientation de l'enseignement des mathématiques : théorico-pratique et pratico-théorique

Les deux orientations que je me propose de définir ici résultent de la transposition dans le système d'enseignement de la dualité de l'activité des mathématiciens eux-mêmes, tout à la fois producteurs et utilisateurs de savoirs théoriques.

### *1.1.1 L'orientation théorico-pratique*

Selon cette orientation, le processus d'enseignement/apprentissage est centré sur, organisé par des savoirs théoriques $S_{th}$, définitions et théorèmes. Ceux-ci sont désignés aux élèves

[3] Dans le cours que j'ai donné à la 13e école d'été de didactique des mathématiques dans le cadre du thème Hétérogénéïté et Différenciation, j'ai proposé de revenir pour E-1 à la désignation première utilisée par G.Brousseau (1986) : E-1 est le sujet épistémique Résolveur de problèmes. Dans la situation a-didactique, le sujet E est engagé dans des régulations fonctionnelles, à court terme, orientées vers le succès de l'action dont il a accepté la responsabilité. Des travaux d'origines diverses tendent à prouver que ces régulations ne se traduisent pas nécessairement par des évolutions structurelles au niveau des connaissances du sujet, autrement dit en termes d'apprentissage (voir pour un point de vue psychologique Rogalski, 2006 ; pour un point de vue sociologique de Certeau 1980, pour un point de vue didactique Perrin-Glorian 1993).

comme enjeux didactiques par un texte qui les formule : l'institutionnalisation a la double fonction d'expliciter le savoir et de dire qu'il s'agit de l'apprendre.

Mais, en mathématiques, dans toute la scolarité, la récitation du texte du savoir n'est qu'un objectif marginal de l'étude, l'enjeu dominant est que les élèves sachent utiliser $S_{th}$ dans des tâches relevant de types significatifs de l'intérêt de ce savoir. Ainsi, pour un élément de savoir $S_{th}$ donné, les élèves sont amenés à rencontrer les principales OM ponctuelles dont la technologie intègre $S_{th}$. Cependant, le pratique est ici subordonné à l'étude du théorique ; il s'agit de construire le sens du savoir étudié (ou un sens assez riche) par une certaine fréquentation de ses applications, ce qui pousse à la diversification des OM présentées plutôt qu'à leur étude approfondie.

### *1.1.2 L'orientation pratico-théorique*

Dans ce cas, l'objet de savoir qui apparaît au pôle S du triangle didactique est une OM (= [$T$, $\tau$, $\theta$, $\Theta$]) ponctuelle. L'enjeu de l'étude est alors que les élèves aient identifié le type de tâches $T$ et sachent utiliser la technique $\tau$ pour des tâches relevant de $T$, quitte à procéder à des adaptations plus ou moins importantes. On vise également la construction d'une certaine technologie de la technique. Celle-ci intégre les éléments de savoirs théoriques que l'OM contribue à illustrer. Elle comprend également des savoirs complémentaires de nature à favoriser le pilotage de $\tau$. Je fais ici référence à ce que, dans Castela 2000, j'ai appelé des savoirs sur le fonctionnement mathématique : ainsi, pour ne donner qu'un seul exemple, la technologie de l'intégration par parties comprend des critères de choix des fonctions u' et v, compte tenu des spécificités du produit intégré.

Yves Chevallard (2002) a décrit les différents moments de l'étude d'une OM[4] :

1. Moment de la première rencontre avec $T$
2. Moment de l'exploration de T et de l'émergence de la technique $\tau$
3. Moment de la construction du bloc technologico-théorique
4. Moment de l'institutionnalisation
5. Moment du travail de l'OM et en particulier de la technique
6. Moment de l'évaluation.

J'insisterai sur le fait suivant : dans le contexte d'une orientation pratico-théorique, c'est-à-dire lorsque l'objet de l'étude est l'OM et non le savoir théorique en jeu dans cette

[4] Dans le cadre de la TAD, il n'existe pas de description des moments de l'étude d'un savoir théorique. On pourrait facilement en construire une à partir des travaux de G. Brousseau et de R. Douady qui s'intéressent fondamentalement à l'enseignement du savoir théorique.

OM, les moments 2, 5 et 6 (l'évaluation étant alors comprise au sens d'évaluation de la technique, exploration des limites de son efficacité) supposent la confrontation à un nombre assez important de tâches relevant de $T$, pour lesquelles $\tau$ est (ou n'est pas pour le moment de l'évaluation) efficace. Ce travail favorise le développement de la composante non théorique de la technologie mais ne provoque pas, au moins à court terme, d'évolution du rapport institutionnel aux savoirs théoriques en jeu.

Aux didacticiens français, maintenant coutumiers de la notion de praxéologie, ces deux orientations peuvent apparaître comme naturellement complémentaires, deux lectures du quadruplet $[T, \tau, \theta, \Theta]$. Il ne me paraît pas superflu de dénaturaliser cette évidence de façon à nous rendre capables d'envisager que d'autres, en particulier certains élèves, puissent avoir un point de vue différent. La notion de praxéologie met en avant la généricité des situations problématiques et exhibe la double dimension, technique et technologico-théorique du savoir construit (ou à construire) comme réponse à cette problématicité générique. Or ceci est l'expression d'un double parti pris qui n'est pas également partagé :

- *Parti pris de la stratégie contre celui de la tactique* : dans une situation nouvelle, il s'agit de privilégier l'assimilation à des expériences anciennes et l'exploitation des connaissances accumulées plutôt que de tabler exclusivement sur la ruse et l'invention dans le feu de l'action.

Je ne développerai pas ici ce point dont les conséquences au niveau de la différenciation scolaire sont explorées dans le cours de l'école d'été mentionné précédemment. Ce choix tient au public sur lequel se centre ce texte : je fais l'hypothèse que sont en difficulté en Première S des élèves qui ont pourtant compris que les tâches rencontrées en mathématiques ont une dimension générique et qu'à travers la résolution d'exercices, le professeur attend d'eux l'acquisition de savoirs permettant le traitement d'autres exercices de même type. Autrement dit, pour ces élèves, le diagnostic d'incapacité à adopter une attitude de secondarisation[5] (E. Bautier et R. Goigoux, 2004) est insuffisant pour analyser

[5] " Cette notion de " secondarisation " des activités scolaires, qui implique simultanément décontextualisation et adoption d'une autre finalité, nous semble en mesure de rendre raison de l'origine d'une bonne partie des difficultés des élèves des milieux populaires. La centration de la plupart d'entre eux sur le sens ordinaire, quotidien, des tâches, des objets ou des mots semble les empêcher de construire ces objets dans leur dimension scolaire seconde. " (ibidem, p. 91)

l'échec en mathématiques. Tenter de comprendre les difficultés de ce public est l'objectif des travaux que je présente ici.

- *Parti pris du couplage technique/théorie contre celui de la prédominance de la théorie* : il s'agit de considérer que le savoir théorique ne suffit pas à rendre compte de la généricité des tâches et des pratiques de résolution, donc des apprentissages à réaliser.

Je veux insister ici sur le fait que ceci n'est pas la seule conception possible de l'activité mathématique : on peut considérer que toute la dimension stratégique de la résolution d'un problème est formalisée par le savoir dit savant, le reste étant affaire d'affrontement tactique à la contingence ; un bon mathématicien est alors un expert du savoir théorique, particulièrement rusé et inventif en situation. Il me semble que ce point de vue préside au développement des Olympiades et autres institutions non scolaires de pratiques mathématiques.

Il est possible que certains élèves envisagent sous cet angle l'enseignement des mathématiques : s'ils comprennent que les exercices et problèmes répondent à une finalité d'apprentissage, ils considèrent que l'enjeu réside dans l'appropriation du savoir mathématique théorique tenu pour le lien pertinent entre les tâches. Une telle approche ne débouche pas spontanément sur l'installation d'Organisations Praxéologiques.

A l'appui de cette hypothèse, je citerai un extrait de l'interview de Julien ; ce garçon a été absent pendant quelques jours et n'a donc pas assisté à une partie des cours sur lesquels porte le contrôle objet de l'entretien[6] :

I : Donc là tu as travaillé avec … ça c'était un exercice que le professeur avait donné

J : Oui, oui

I : Les autres ne t'avaient pas donné le corrigé ou …

J : Ben si mais enfin déjà j'avais demandé à ce qu'ils me redonnent les cours, mais eux, **ils m'ont dit " On n'a fait que des exercices ", donc ils m'ont dit " ça sert à rien que tu le prennes "** et … (rire) conclusion j'aurais dû le prendre en fait

I : Oui, tu donc là quand tu tu as été malade, tu n'as pas récupéré les exercices ?

J : Non, non

Pour les amis de Julien, l'apport d'une séance d'exercices à l'apprentissage peut être négligé, c'est le cours qu'il est important de rattraper.

---

[6] Dans les extraits d'entretiens, I désigne l'interviewer. Les échanges sont cités dans leur forme originelle, à quelques raccourcis près (suppression de euh, de redites, etc.) visant à faciliter la lecture. Les passages en gras sont des éléments que je souligne, ils ne correspondent pas à des intonations particulières.

Ainsi je retiendrai que, si l'approche praxéologique conduit à les regarder comme complémentaires, les orientations théorico-pratique et practico-théorique peuvent aussi être dissociées dans la conception de l'activité mathématique comme dans celle de l'enseignement et de l'apprentissage. Etude des éléments de savoir théorique et étude des OM dont nous avons vu rapidement qu'elles suivaient des chemins au moins en partie différents, ne vont pas nécessairement de pair.

## 1.2. Les responsabilités du professeur en position P0 relativement aux orientations théorico-pratique et practico-théorique

Dans l'enseignement secondaire français, les deux types d'objets de savoir, savoirs théoriques et organisations praxéologiques, sont présents dans les classes de mathématiques. Cependant, ils ne sont pas également reconnus comme enjeux d'apprentissage. Les savoirs théoriques apparaissent explicitement dans les programmes alors que la plupart des OM associées en sont absentes, elles sont au mieux très fugitivement évoquées. C'est pour l'essentiel par une étude des tâches prescrites que l'on peut déterminer les exigences institutionnelles relativement à ces OM (Castela, 2006). Autrement dit, le point de vue théorico-pratique est le point de vue dominant, il structure l'enseignement, régissant notamment la répartition du temps scolaire attribué aux mathématiques : la durée impartie est d'abord distribuée entre les savoirs théoriques figurant au programme ; l'étude d'un élément de savoir $S_{th}$ et des OM qu'il contrôle (autrement dit d'un thème – Chevallard, 2002) doit s'inscrire dans cette dotation temporelle ; si elle se révèle chichement comptée, priorité est donnée à la diversité des applications de $S_{th}$, l'étude des OM ainsi introduites étant assujettie aux limites imposées par la pénurie. Le point de vue practico-théorique n'est pas absent mais c'est sur lui que pèsent d'abord les accélérations du rythme didactique.

Dans ce contexte, le professeur est fortement assujetti à organiser l'étude des savoirs théoriques figurant au programme ; par contre, les assujettissements relatifs aux OM sont plus faibles et plus flous ; le développement de leur étude est une variable d'ajustement aux contraintes temporelles.

En position P0 (à l'issue d'une préparation et de décisions élaborées dans les niveaux sur-didactiques), **le professeur organise l'étude des savoirs théoriques** au

programme. En particulier, **il les désigne aux élèves comme enjeux d'apprentissage.** Comme cela a déjà été relevé précédemment, ce processus d'explicitation de l'enjeu est favorisé par la production d'un texte du savoir institutionnalisé, texte qui en mathématique est écrit par le professeur, au tableau ou sous d'autres formes, polycopiés, transparents, etc. (ce n'est pas le cas dans toutes les disciplines).

Pour introduire l'élément de savoir étudié[7] et plus communément pour en illustrer l'intérêt, P0 confronte les élèves à certaines tâches qui sont toujours des premières rencontres avec des OM relevant du thème traité. Sous l'effet des différents assujettissements contradictoires qui encadrent son action (contrainte temporelle, niveau des exigences institutionnelles relatives aux OM en question[8]...), P0 développe plus ou moins l'étude des OM rencontrées.

**Certaines sont véritablement constituées en enjeux didactiques** en ce sens que le professeur veut provoquer chez les élèves un apprentissage relatif aux tâches du type et s'efforce d'en créer les conditions dans la situation didactique (il s'agit alors d'installer autour de cette OM ce que G.Brousseau –1996, pp.23-26- désigne comme un contrat fortement didactique portant sur un savoir nouveau). Suivant Y.Chevallard, on peut supposer que les conditions les plus favorables à la réalisation d'un tel objectif sont réunies lorsque les différents moments de l'étude sont proposés.

Dans ce cas, comme pour le savoir théorique, **l'institutionnalisation contribue à l'explicitation du contrat noué autour de l'OM en la désignant dans toutes ses dimensions** (practico-technique et technologico-théorique), **comme enjeu d'apprentissage**. Toutefois, contrairement à ce qui se passe par la force des choses dans un manuel, P0 peut décider de ne pas recourir lui-même à l'écrit lorsqu'il s'agit d'institutionnaliser la technologie et par ce biais la technique, se contentant d'interventions orales. Or, tous les entretiens réalisés le montrent, prendre en notes les commentaires du professeur est une pratique rare et limitée en mathématiques.

Justine

I : D'accord, et sur ce que le professeur dit, ça t'arrive de noter...

---

[7] Il s'agit ici d'envisager le cas d'un enseignement inspiré par les travaux de notre communauté.

[8] Je renvoie à nouveau à la première partie du cours de l'école d'été pour un développement sur la question suivante : en l'absence d'explicitation dans les textes, comment décrire et déterminer l'échelle des apprentissages relatifs aux OM nécessaires à la réussite en mathématiques ?

J : Non, je prends pas de note parce que en général c'est écrit des ...démons... enfin je note les démonstrations qu'il écrit au tableau ou

I : Donc en math, on écrit ce qui est au tableau

J : Oui, parce qu'il écrit tout, il écrit toutes les démonstrations au tableau, donc **nous on prend pas de note, c'est pas comme un cours de français ou un cours d'histoire où il faut prendre des notes**

I : D'accord, donc ça ne se fait pas

J : Non *rire* enfin je l'ai jamais fait

Ainsi, l'explicitation orale de la technologie peut ne pas avoir de fonction institutionnalisante pour certains élèves ; pour tous, c'est une forme affaiblie d'institutionnalisation qui minore l'importance accordée aux savoirs technologiques.

Mais, par manque de temps ou par crainte de s'engager dans l'enseignement de recettes (voir les objections relatives à l'enseignement de méthodes), P0 peut choisir de réduire la technologie à des considérations sur le savoir théorique, alors seul à être objet d'institutionnalisation. Il reste que **le bloc practico-technique [$T$, $\tau$] peut demeurer un enjeu didactique pour P0 qui en organise l'étude** en développant les moments d'exploration du type de tâches $T$, d'émergence puis de travail et d'évaluation de la technique $\tau$. C'est une forme de **contrat d'ostension** (Brousseau, 1996, p.46) qui se noue autour de l'OM, je ferai l'hypothèse que **même en l'absence d'explicitation technologique, le temps consacré à l'étude, s'il est suffisant, est perçu par les élèves comme la manifestation des intentions didactiques du professeur**. D'autres indices semblent émis par le professeur pour mettre en avant certaines OM :

Alice : Je relis, de temps en temps, j'en refais quand ...quand ça coince un peu ou...des trucs ...parce qu'on a des exercices un peu basiques par exemple sur les débuts...calculer des produits scalaires ou des trucs dans le genre, donc il faut que...ça **ils nous disent bien qu'il faut savoir le faire pour le contrôle** et tout ça. Donc j'essaie de m'exercer, d'en faire un peu.

Blandine : Ben quand...parce qu'en général, on a des séries d'exercices, la consigne, c'est même exercice, même exercice donc j'en fais un ou deux et puis après...enfin ça c'est les exercices de base et puis après les exercices...compliqués, je fais souvent ceux sur lesquels j'ai buté ou...enfin **sur lesquels on a passé beaucoup de temps parce que je pense que le professeur trouve ça important** donc je les refais et puis voilà.

Mathilde

I : Donc sur ton cahier en fait, tu mets des commentaires ?

M : Oui voilà. P'tites...p'tites annotations mais en fait, ça aide bien quand on relit, ça nous dit ...enfin on regarde Ah ben là, tiens ça, ça peut tomber au contrôle ...enfin

I : Et comment tu devines alors que le professeur... Qu'est-ce qu'il donne comme genre d'indications ?

M : Ben par exemple, **y a des exercices où il insiste beaucoup plus longtemps, enfin où il nous réexplique deux ou trois fois** alors que ça nous semble euh enfin simple comme exercice, où tout le monde a compris enfin...ou je sais pas, des fois il dit euh Oui, ça c'est important euh enfin...c'est des petits détails

I : Mais c'est l'ancien professeur ou le nouveau ? Ils font tous ça ?

M : Oui, ils le font tous. Mais **c'est des petits détails, en fait inconscients que les professeurs ils donnent comme ça**...mais...Bon pas dans toutes les matières mais je sais qu'en mathématiques, je peux le faire par exemple et euh inconscients, **où ils vont nous dire ça c'est bien important...**

Enfin si le temps est compté, P0 doit renoncer à prendre à sa charge l'organisation des apprentissages relatifs à certaines des OM qu'il a introduites pour illustrer le savoir théorique. Il en engage l'étude mais l'abandonne plus ou moins rapidement. P0 provoque ainsi la rencontre des élèves avec certaines ignorances, commence dans S0 le processus d'étude permettant d'y remédier mais ne le mène pas à son terme, loin de là dans certains cas. Ainsi, conformément au fonctionnement du modèle de structuration du milieu, P0 construit pour le niveau suivant **un milieu qui contient des ignorances à combler, autrement dit des objets dont l'étude est à mener**[9].

Résumons les analyses présentées jusqu'à présent.

Le professeur de mathématiques joue un double jeu : d'une part, il enseigne les savoirs théoriques du programme ; d'autre part, il organise, plus ou moins, l'étude d'un certain nombre d'Organisations Mathématiques qu'il n'explicite pas toujours (pas souvent) comme enjeux d'apprentissage. Chacun des exercices ou problèmes qu'il propose aux élèves participe de cette double finalité : à l'avant-scène, sous les feux de l'institutionnalisation, étude du savoir théorique ; au deuxième-plan, un peu dans l'ombre parce que non mise en exergue par le même niveau d'institutionnalisation, étude d'une ou plusieurs OM.

Dans la partie I.1., nous avons évoqué ces élèves qui, peut-être trompés par la différence d'éclairage, ignorent la deuxième finalité. Mais les considérations développées introduisent une deuxième source de difficultés, à savoir l'inachèvement de l'étude de certaines OM dans le système didactique. Relativement aux OM, P0 ne joue pas toujours franc jeu didactique, il n'assume souvent que très partiellement l'organisation des apprentissages remédiant aux ignorances qu'il a introduites dans S0. Cette analyse est prise en compte dans le travail des positions E0 et E1 qui est l'objet de la partie suivante.

---

[9] Ce que C. Félix dans sa thèse appelle un milieu à " trous " (Félix, 2002, Félix et Joshua, 2002).

## 1.3. Les positions didactique et sur-didactique locale de E : des propositions inabouties

Commençons par une caractérisation des positions E dans les niveaux didactique et sur-didactiques : 1. E est animé du projet de réaliser les apprentissages relatifs aux objets de savoirs mathématiques ($S_{th}$ et OM) nécessaires à sa réussite dans l'institution " Enseignement de Mathématiques " ; 2. il sait que ces apprentissages dépendent de son propre engagement dans l'étude.

Ces positions sont donc dotées d'une double dimension, **E est apprenant et étudiant**. Les recherches de l'équipe Escol-Paris 8 par exemple ont amplement montré que les enfants et adolescents n'adoptaient pas nécessairement cette double posture en venant à l'école (cf. les travaux d'E.Bautier, S.Bonnéry, B.Charlot et J-Y.Rochex). Par ailleurs, j'insiste sur le fait que selon moi, le projet d'apprentissage ne relève pas des positions de E dans les niveaux a-didactique, y compris dans la situation a-didactique $S_{-1}$ où l'activité de E est orientée vers la résolution du problème (voir note 3). Je ne développerai pas ces points ici, renvoyant au cours de l'école d'été.

Par rapport aux niveaux sur-didactiques, **le niveau 0 est caractérisé par l'interaction didactique entre E0 et P0** : **E0** est **élève de** P0 en ce sens qu'il est animé du projet de réaliser les apprentissages que lui désigne P0 et s'engage pour ce faire dans le parcours d'étude organisé par le professeur au sein de la situation didactique. Contrairement à ce que j'avais présenté à l'école d'été (E0 = E-apprenant), je reprends ici à mon compte la désignation proposée par C.Margolinas : au niveau 0, l'Etudiant-apprenant est Elève mais je résiste mal à l'envie d'expliciter la relation à P0 en parlant plutôt d'Elève-de.

**Les niveaux sur-didactiques sont au contraire caractérisés par la clôture de la relation didactique relativement aux objets de savoirs.** Ceci ne signifie pas que la relation disparaît mais qu'elle est figée, elle appartient aux milieux des situations supérieures dans lesquelles élèves et professeur ne coopèrent plus par définition. Je définirai plus loin la position de E-étudiant au niveau 2, les analyses développées jusqu'à présent ne permettant pas encore de le faire. Elles sont par contre suffisantes pour définir **E1** que je désignerai comme **E-étudiant localement autonome** : au niveau 1, E prolonge

l'étude des Organisations Mathématiques[10] contrôlées par le savoir théorique sensible, OM que P0 a introduites dans S0 sans pouvoir en développer suffisamment l'étude. Le milieu M1 étant constitué par S0 est à la fois récent et local (même si S0 peut-être constituée d'une série de séquences correspondant à une unité thématique).

Cette caractérisation des niveaux didactique et sur-didactique est encore en chantier, on verra dans la section III qu'en l'état, elle ne permet pas facilement de situer certaines dimensions du travail personnel repérées dans les entretiens entre S0 et S1 dont la frontière demeure floue. Je terminerai cette section en m'appuyant sur quelques exemples qui éclaireront, je l'espère, les choix formulés sans doute de manière trop laconique dans les définitions ci-dessus.

La distinction S0-S1 ne dépend pas du lieu où se déroule l'activité de l'élève ni de la présence effective du professeur mais de l'impossibilité définitive pour E d'impliquer P dans son étude. Dans ce cadre, la recherche à la maison des exercices ou devoirs relève de S0 (éventuellement pour une part de S-1) et non de S1, P0 étant a minima celui qui propose une solution valide à partir de laquelle, si P0 ne le fait pas explicitement (ce qui peut arriver), E0 peut valider sa propre production[11], repérer les erreurs ou les maladresses.

Inversement, l'élaboration de la technologie, l'institutionnalisation de la technique peuvent être largement placées sous la responsabilité de E1. En effet, comme cela a été évoqué dans I.2., faute de temps ou par conviction pédagogique, certains professeurs se contentent de donner à résoudre quelques exercices relevant d'une OM donnée sans développer la composante non théorique de la technologie ou en se contentant de commentaires oraux, diversement pris en compte par les élèves.

**Mais où situer les gestes que l'élève doit réaliser en propre, parfois en classe, parfois en dehors, pour que l'étude organisée par P0 se convertisse en apprentissage ?** Ces gestes, à forte dimension mentale et cognitive, nous savons qu'ils existent puisque, à partir de la même organisation de l'étude, certains élèves n'apprennent pas quand d'autres apprennent. Je pense ici aux travaux de M-J.Perrin, D.Butlen et M.Pezard (Perrin-Glorian 1993, Butlen et Pézard 2003) qui montrent comment P0 importe, dans des classes faibles,

---

[10] On peut envisager que l'étude concerne également des éléments de savoirs théoriques mais je ferai l'hypothèse que ce n'est pas le cas au secondaire.

[11] Dans certains cas, un élève peut être amené à rejeter sa solution, pourtant valide, parce qu'elle ne correspond pas à celle du professeur.

sur la scène publique de S0 des gestes d'étude dont on peut faire l'hypothèse qu'ils sont plus ou moins consciemment accomplis par les élèves en réussite. Décider d'attribuer ce niveau de l'étude à E1, c'est mettre en avant le fait que l'école n'intervient pas dans la formation de ces gestes. Mais c'est en même temps vider la situation didactique de tout ce qui n'est pas interactions entre P0 et E0 et réduire de beaucoup les responsabilités incombant à E0. J'ai rejeté cette option pour la raison suivante : je cherche un modèle susceptible de rendre compte des difficultés qui apparaissent dans les niveaux scolaires supérieurs (lycée et université), attribuer à E1 des formes de travail dont on sait qu'elles font déjà défaut à de nombreux élèves en échec au collège ne permet pas d'atteindre cet objectif. Je considère donc que **S0 est, pour utiliser une métaphore mathématique, l'enveloppe pour l'élève de l'étude organisée par P0. A ce niveau, ce n'est pas le professeur qui a le dernier mot, c'est l'élève.**

Mais ce choix[12] ne clôt pas le chantier, à l'usage la frontière reste floue. Nous touchons sans doute ici aux limites de la dynamique purement théorique qui anime cette partie du travail.

## 2. Caractérisation d'un deuxième niveau sur-didactique pour E

Dans le prolongement du cours de l'école d'été, je me propose dans cette section d'introduire une position de E dans S2, ce qu'aucun des chercheurs ayant travaillé sur le modèle du milieu n'a considéré comme utile jusqu'à présent. Pour motiver cette initiative, j'évoquerai d'abord rapidement " la longue vie des OM ponctuelles" dans l'enseignement des mathématiques en montrant pourquoi elles restent des objets sensibles alors que les rapports aux savoirs théoriques qui les justifient ont cessé d'évoluer.

[12] Cette décision attribue au niveau 0 des gestes situés au niveau 1 par F.Génestoux (2002, a et b) dont le travail est particulièrement centré sur le travail personnel de l'élève et les aides qui peuvent lui être apportées hors système scolaire. Cette différence est en cohérence avec une autre : F.Génestoux utilise E-étudiant pour E1 alors que pour moi, E est étudiant (et apprenant) dans les niveaux didactique et sur-didactiques.

## 2.1. La nécessaire prolongation de l'étude des Organisations Mathématiques

Je ne pourrai donner ici qu'un aperçu extrêmement réduit de la réflexion présentée dans la première partie du cours de l'école d'été et qui fait l'objet d'un article soumis à RDM. Dans ce travail, je m'appuie sur certains outils d'analyse d'exercices proposés par A.Robert et M.Rogalski (2002) pour distinguer différents niveaux d'intervention d'une OM = [$T$, $\tau$, $\theta$, $\Theta$] dans les problèmes mathématiques. Ces niveaux sont obtenus en croisant trois critères : 1. L'identification du type de tâches $T$ est-elle à la charge de l'élève ? 2. La tâche s'insère-t-elle dans un contexte contenant des objets de savoir nouveaux autres que ceux qui relèvent de $\theta$ que l'élève doit manipuler lorsqu'il met en œuvre la technique $\tau$ ? 3. L'élève dispose-t-il de plusieurs OM relatives à $T$ parmi lesquelles il a la responsabilité de choisir la technique efficace ?

Lorsque le savoir théorique inclus dans $\theta$ est un objet sensible, les élèves sont rarement confrontés à des problèmes qui sollicitent les OM du thème régi par $\theta$ dans des conditions conduisant à une réponse positive pour l'une ou l'autre de ces trois questions. Par contre, l'avancée du temps didactique, avec son lot d'objets de savoirs théoriques et d'OM nouveaux, favorise l'intervention des OM plus anciennes à des niveaux plus complexes : lors de la mise en œuvre d'une nouvelle technique, une tâche relevant de $T$ apparaîtra comme sous-tâche non explicitée dans l'énoncé du problème ; pour certains types $T$, l'enrichissement des savoirs mettra à disposition des élèves des techniques plus nombreuses. Je fais l'hypothèse que ce développement des formes d'utilisation des Organisations Mathématiques ponctuelles provoque un double processus : évolution-complétion de chacune d'une part, structuration de l'ensemble qu'elles forment d'autre part.

Avant de justifier ces propos par quelques exemples, j'introduirai une description des OM ponctuelles qui explicite le fait que la technologie est duale, associant des savoirs théoriques $\theta_{th}$ à une composante plus pratique, comprenant notamment des savoirs sur le fonctionnement mathématique (cf. I.1.) : OM = [$T$, $\tau$, ($\theta_{th}$,$\theta$'), $\Theta$].

### *Evolution et développement des OM ponctuelles.*

Je m'appuierai sur deux exemples relevant du programme de Première S pour expliquer ce que j'entends par là.

Le premier exemple concerne un type de problèmes que l'on rencontre dans tous les manuels de ce niveau (plusieurs des élèves interviewés ont fait référence au cas plus simple des suites arithmético-géométriques), il s'agit de l'étude des suites récurrentes homographiques par l'introduction d'une suite annexe :

### *Enoncé*

La suite $(u_n)$ est définie par son premier terme $u_1 = 0$ et la relation de récurrence :

$$u_{n+1} = \frac{u_n + 6}{u_n + 2}$$

1. On pose, pour tout n >0 : $v_n = \frac{u_n + 3}{u_n - 2}$ et on admet que les suites $(u_n)$ et $(v_n)$ sont bien définies pour tout n >0. Exprimer $v_{n+1}$ en fonction de $v_n$.
2. En déduire que la suite $(v_n)$ est géométrique et calculer la limite de $(|v_n|)$.
3. Exprimer $u_n$ en fonction de $v_n$. En déduire la limite de $(u_n)$.

L'OM dont l'intervention est analysée ici concerne la résolution des équations à une inconnue faisant intervenir un quotient de polynômes du premier degré ; dans la question 2, les élèves doivent reconnaître ce type de tâches sous la formulation "Exprimer $u_n$ en fonction de $v_n$", de façon à mettre en œuvre la technique qu'ils connaissent, dans un contexte où l'inconnue n'est pas l'ostensif usuel $x$ et où le second membre est un paramètre. C'est ici **la caractérisation du type** qui est en jeu. Il s'agit en quelque sorte d'**élargir le type de tâches** en y intégrant des tâches qui ne sont pas a priori formulées comme celles du type initialement introduit, en particulier parce qu'elles utilisent des ostensifs différents[13] (on peut aussi penser à des exercices de géométrie de Seconde qui conduisent à calculer une longueur AM sachant que $\frac{AM}{AM + 3,6} = \frac{3}{7,5}$ ou plus tard en Terminale S[14] aux questions classiques relatives à la recherche d'antécédent par une fonction homographique complexe).

Le second exemple concerne le calcul vectoriel et la technique de démonstration d'une égalité par emploi de la relation de Chasles. Le savoir théorique est enseigné en Troisième, repris en Seconde mais dans le cadre des programmes en vigueur qui mettent

---

[13] Ces éléments ont une certaine proximité avec les analyses présentées par M.Bosch, C. Fonseca et J.Gascón (2004) mais je ne reprends pas à mon compte la modélisation proposée.

[14] Troisième année de lycée, année du baccalauréat, section scientifique, 17-18 ans

l'accent sur la géométrie analytique, cette OM est alors peu travaillée. Sans aucun apport théorique nouveau concernant le calcul vectoriel stricto sensu, les élèves de Première S sont confrontés dans les chapitres sur le barycentre et le produit scalaire à des exercices où la technique considérée ici est indispensable et doit être contrôlée pour être efficace : les élèves doivent développer des règles d'usage de la relation de Chasles leur permettant de piloter les décompositions ; par exemple, " on peut avoir intérêt dans le plan, à choisir deux vecteurs non colinéaires pour exprimer tous les vecteurs de la figure " (c'est évidemment la notion de base qui est sous-jacente mais ce savoir théorique est hors programme, la règle apparaît à ce niveau comme un savoir sur le fonctionnement mathématique, élément de θ'). Dans ce cas, l'intervention de la technique dans des exercices plus complexes et sous la responsabilité des élèves débouche sur **le développement de la composante non théorique θ' de la technologie** (nous verrons dans la section III comment une très bonne élève, Laura, a rencontré la nécessité d'exercer un contrôle sur le calcul vectoriel et comment elle a par son travail personnel résolu le problème ; l'entretien lui donne l'occasion d'expliciter la technologie qu'elle a élaborée).

### *Structuration des OM associées à un même type.*

Il s'agit ici d'envisager le cas où les élèves ont rencontré plusieurs OM ponctuelles distinctes pour affronter les tâches relevant d'un type T. Je fais l'hypothèse que l'élaboration d'une structure regroupant les OM relatives à T est un élément facilitateur dans le cas de problèmes au sein desquels la responsabilité de choisir la technique efficace incombe aux élèves.

Dans le cours de l'école d'été, j'ai présenté le cas d'un type de tâches que l'on pourrait caractériser par la présence d'un travail sur des inégalités, composé de plusieurs sous-types que la pratique conduit à rapprocher puisque les différentes techniques de résolution font circuler de l'un à l'autre : Démontrer une inégalité, un encadrement ; démontrer l'appartenance à un intervalle ; Etudier le signe d'une expression ; montrer qu'une expression est positive ; Résoudre une inéquation. J'ai montré que, pour ce type de tâches, les élèves de Terminale S ont rencontré de nombreuses techniques dont les technologies relèvent de plusieurs thèmes : transitivité de l'inégalité, propriétés des opérations algébriques relativement à la relation d'ordre, relativement au signe, sens de variation des fonctions et lien avec la dérivation, croissance de l'intégrale. Deux domaines sont en jeu, algèbre et analyse, et en analyse au moins deux secteurs distincts (dérivation,

intégration). Il n'existe donc aucune théorie, au moins parmi celles qui sont enseignées au lycée, qui soit susceptible d'accueillir l'ensemble des OM ponctuelles associées à $T$. C'est pourquoi je représenterai la structure visée de la façon suivante :

$$OM_T = [T, \tau_{kji}, \theta_{kj}, \Theta_k]_{k,j,i}$$

Notons que l'élaboration d'une telle structure relance le travail, notamment le développement de θ', pour chacune des OM ponctuelles connues ; il s'agit notamment d'explorer le domaine d'efficacité dans $T$ de chaque technique, de trouver des critères permettant a priori de privilégier une technique par rapport aux autres à partir de l'énoncé. Ce point de vue est développé dans un article soumis à RDM et en cours de révision.

Je retiendrai de ces considérations que les Organisations Mathématiques ponctuelles restent des objets sensibles beaucoup plus longtemps que les savoirs théoriques qui fondent leur technique. Elles peuvent donc être des objets d'apprentissage alors que ces savoirs relèvent du milieu institutionnel (au sens donné à cette notion par Chevallard, 1992). La nécessité et l'occasion de réaliser les apprentissages en question sont créées par les tâches proposées par P0, dans les situations didactiques S0 relatives à d'autres enjeux didactiques. Ainsi, non seulement ces tâches participent du double jeu analysé dans la section I, étude des savoirs théoriques qui définissent le présent didactique d'une part, étude plus ou moins développée des OM associées d'autre part, mais elles s'inscrivent également dans un prolongement de l'étude d'objets passés. Cette troisième dimension complexifie le travail de E-étudiant, elle motive l'introduction de la position E2.

## 2.2. La position sur-didactique transversale de E

A ce niveau, le travail de E-étudiant vise à pallier des ignorances dont P0 n'a pas pris en charge la mise en évidence. E2 fait évoluer son rapport à certains objets sans que P0 lui ait fait sentir que cette évolution était utile et *a fortiori* sans qu'il en ait précisé le contenu. Ceci est une première différence entre S1 et S2 : E2 doit se donner ses objets d'étude.
Ceux-ci sont par définition des objets non sensibles dans S0, essentiellement des OM anciennes, que E rencontre dans des conditions nouvelles au cours du processus d'étude des objets sensibles organisé par P0, éventuellement prolongé par E1. Conformément au principe de l'emboîtement des milieux, S0 et S1 participent du milieu de S2, c'est-à-dire du milieu de l'étude pour E2. Mais, celui-ci intègre également des situations didactiques antérieures, celles qui ont eu pour enjeux didactiques les OM anciennes étudiées dans S2.

Peuvent aussi s'y incorporer d'autres rencontres plus isolées dans des problèmes mettant en jeu ces OM. Se constitue ainsi un milieu rapprochant des éléments dispersés dans le temps et dans la structure théorique du cours, de nature à permettre l'évolution-complétion des OM considérées et éventuellement leur organisation dans certaines structures plus complexes. Ce milieu est chronologiquement et topologiquement transversal ; ceci est la deuxième différence entre S1 et S2. L'inscription dans le long terme légitime le choix de situer au niveau 2 cette position de l'étudiant, elle correspond bien aux caractéristiques attribuées à la situation de construction pour P2.

E2 définit ses objets d'étude, il contribue grandement à la constitution du milieu sur lequel il appuie son travail, ces deux dimensions qui caractérisent cette position de l'étudiant relativement à la position antérieure permettent de cerner en quoi l'autonomie nécessaire à l'étudiant dans S2 est plus développée que celle qui convient à E1. **E2, l'étudiant autonome,** s'approche de l'autodidacte auquel j'ai consacré une partie de ma réflexion dans le cours de l'école d'été.

## 3. A propos des gestes de préparation d'un contrôle de mathématiques en Première S

Je me propose dans cette section de donner une idée des éléments recueillis auprès de 10 élèves de Première S qui ont accepté de me rencontrer pour un entretien d'environ 45 minutes consacré à leur façon de travailler. Ces élèves sont scolarisés dans le principal lycée de centre ville de Rouen, établissement de public socialement favorisé, accueillant les classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs. Ce choix n'est évidemment pas fortuit : il s'agit de s'intéresser à des élèves dont l'origine sociale ne peut pas être prise comme facteur explicatif des difficultés et dont le projet personnel (ou celui de leur famille) n'est pas étranger à la poursuite d'études scientifiques longues.

Au plan méthodologique, trois points me paraissent intéressants à signaler.

Tout d'abord, les élèves ont été contactés en dehors de la présence du professeur, seulement prévenu de l'existence de la recherche, je n'ai jamais assisté à un cours de mathématiques. Ceci a des conséquences sur le plan des informations en ma possession sur S0 (par exemple, je ne sais pas jusqu'où va le professeur dans ses commentaires technologiques), ce qui limite l'interprétation des gestes d'étude et leur attribution aux différentes positions de E dans le modèle. Mais cette option vise à bien distinguer le

chercheur du professeur et de l'institution de façon à créer un climat de confiance avec les élèves : ils doivent pouvoir parler de leur travail personnel même s'ils sentent qu'il ne correspond pas aux canons institutionnels.

Ensuite, la technique de l'explicitation inspire la réalisation des entretiens avec une consigne initiale centrée sur le récit de la préparation du contrôle précédent (les rencontres ont lieu dans les deux semaines qui suivent ce contrôle). Mais il s'agit plutôt d'un horizon dans la mesure où, par exemple, j'ai laissé se développer des phases consacrées à des habitudes générales. Par contre, j'ai systématiquement cherché à ce que les élèves illustrent leurs considérations d'exemples précis, la plupart du temps reconstitués à partir de leurs seuls souvenirs ( y compris au niveau des énoncés d'exercices).

Enfin, du fait de la méthodologie utilisée, l'échantillon ne peut pas prétendre à la représentativité et ce, quelle que soit la proportion d'élèves interviewés dans une classe : n'ont participé que des élèves volontaires, ayant donc nécessairement un certain désir de parler sur leur travail personnel.

L'échantillon est composé de 2 garçons et 8 filles (peut-être faut-il mettre ce déséquilibre en relation avec la dernière observation mais le fait que la recherche ait été présentée par deux chercheuses[15] peut avoir également eu une influence). Ils appartiennent à la même classe dont tous les élèves volontaires ont été interviewés (12 élèves – dont 9 garçons - présents à la séance d'information ont refusé de participer). Sur le plan de la réussite en mathématiques, 2 élèves - les 2 garçons, Julien et Thomas - se sont vu proposer un redoublement en fin d'année (moyennes inférieures à 8), 3 élèves, Justine, Laura et Pauline ont eu toute l'année une moyenne supérieure à 15, les autres se situant entre 10 et 12.

Les entretiens ont été réalisés entre Fin Janvier et fin Mai, les changements entre Seconde et Première S ont pu à ce moment commencer à produire des effets sur le travail personnel.

Bien évidemment, les développements qui suivent n'ont aucune prétention quantitative. Il s'agit de donner une idée des éléments rencontrés dans l'un ou l'autre de ces entretiens très riches en les organisant si possible grâce au modèle présenté en I et II. Pour ce faire, je m'appuierai largement sur la parole des élèves eux-mêmes.

---

[15] Ce travail s'inscrit dans un projet bidisciplinaire soutenu par l'Iufm de Haute-Normandie : les élèves sont interrogés sur leur travail personnel en mathématiques et en Sciences de la Vie et de la Terre.

## 3.1. Par rapport au collège, nécessité d'un développement du travail de E0 en dehors de la classe ; première dimension : auto-diagnostic des incompréhensions et des ignorances

Pour déterminer en quoi les éléments obtenus dans les entretiens manifestent une évolution du collège à la Première S, je prendrai comme référence les conclusions de C. Félix dans sa thèse. Je m'appuierai également sur les dires des élèves interviewés qui ont en général évoqué les changements d'une institution à l'autre en réponse à une question sur l'évolution de leur façon de travailler.

Dans l'article déjà cité de C. Félix et S. Joshua (2002, pp. 94-95), les auteurs avancent la conjecture suivante : " l'essentiel de l'étude, pour les " bons " élèves de collège, se déroule essentiellement en classe. " Plus loin, ils précisent notamment que pour ces mêmes élèves, l'accession à l'expertise est rendu possible " par le travail fourni [...] dans les moments ordinaires de classe, ceux qui accompagnent l'étude de la notion durant toute la séquence d'apprentissage. C'est dans ces moments que l'élève met progressivement à sa main l'organisation mathématique étudiée. Cette routinisation presque systématique des pratiques réduit d'autant les moments héroïques[16] ; moments qui n'abritent pour les élèves forts que des gestes de lecture servant " à se remettre en tête ". Ces gestes [...] " correspondent à l'évocation de pratiques de travail élaborées en classe. " (Félix 2002, p. 371).

Les entretiens réalisés montrent un net changement sur les deux aspects mis en avant ici, changement qui n'épargne pas les trois meilleures élèves.

### *3.1.1 Le rythme adopté en classe rend difficile la compréhension complète en temps réel des connaissances en jeu*

Laura (moyenne : 13-15-15) décrit très bien le changement qu'a représenté pour elle le passage de Seconde en Première S :

> Laura : J'ai vraiment trouvé que entre la Seconde et la Première, y a vraiment un fossé. C'est plus du tout la même chose. En Première, on va beaucoup beaucoup plus vite. Je sais quand on est arrivé, le prof de maths allait super vite, il écrivait tout au tableau, on n'avait pas le temps de comprendre en cours, on était... là au début de l'année, **j'étais vraiment obligée de travailler le soir à la maison parce que sinon, je comprenais pas... j'avais pas le temps de tout assimiler, j'avais pas le**

[16] Il s'agit des phases de préparation des contrôles.

**temps**. Le prof allait tellement vite, il dicte les phrases, il va super vite et tout. Toi, tu as du mal à essayer de... de tout noter, tout le cours, donc t'as pas du tout le temps d'enregistrer ce qu'il dit. Donc là après, **ça demande une demi-heure à la maison, on relit bien le cours, on essaye de tout bien recomprendre**. Et puis après, c'est un rythme à prendre. Je veux dire que maintenant là, en cours même si ça va vite, on arrive à comprendre en même temps. Mais c'est vraiment au début, c'est plus du tout le même rythme donc oui, c'est plus ça.

Laura décrit le travail complémentaire qu'elle a dû faire à la maison entre deux cours, pour remédier à ce qu'elle ressentait comme une compréhension insuffisante. On voit qu'après une période d'adaptation (entretien réalisé en mars), elle a réussi à réintégrer cette partie de l'étude dans la classe elle-même ; elle peut désormais en général se dispenser de revenir sur ce qui s'est passé en cours avant la période héroïque de préparation du contrôle. Justine, autre " bonne " élève (moyenne : 14-17-17,5), semble être dans la même situation, ne reconnaissant que de rares difficultés de compréhension. Ce n'est pas le cas de Pauline (moyenne : 15,5-16,5-17) :

Pauline

I : Donc en moyenne, quand tu sors de la classe... du cours, tu penses que t'as tout compris en gros ?

P : Non, par ex... enfin par exemple, **au début des suites, je comprenais rien** quoi enfin je voyais pas... les rapports avec les raisons, tout ça et puis en fait, c'est venu très vite quoi... **Sur les homothéties, je suis sortie du cours, je comprenais rien euh ça me saoulait trop** et en fait, comme c'est toujours la même chose, ça vient, petit à petit.

Pauline doit donc effectuer un travail hors classe pour remédier à ses difficultés.

Il est intéressant de noter que Laura et Pauline ont spontanément évoqué l'état de stress dans lequel les met le sentiment d'incompréhension :

Laura : Enfin je les fais [les exercices]... je sais pas si c'est toujours utile de les faire mais moi je... **ça me rassure de les refaire** en fait parce que je sais que si jamais je les refais pas, le soir je vais être stressée parce que j'aurai pas refait les exercices et ça va pas... ça va pas aller

[...] Ben quand je comprends vraiment pas un truc, ça me panique presque. Alors le soir, je me sens obligée de le refaire parce que enfin quand je comprends pas un truc ça m'énerve donc j'aime bien...

Pauline : On a eu un devoir, un DM pour la semaine d'après et... et je suis arrivée, j'y comprenais rien, **j'ai eu un gros stress, je me suis dit " Je vais jamais y arriver, c'est fini "**... j'ai passé tout mon week-end à faire mon DM où je comprenais rien, y a mon père qui m'a aidée et... et j'étais en stress et donc du coup, **ce coup de stress eh ben, ça m'a forcée à réviser pour me sentir en confiance**.

On peut raisonnablement conjecturer que des élèves de résultats plus moyens sont aussi confrontés aux difficultés rencontrées par Pauline et Laura. Ainsi Perrine (moyenne : 9-11-10) dit revenir sur les séances sans attendre la révision pour le contrôle.

Perrine :

I : Et finalement entre les cours qu'est-ce que tu fais comme genre de travail, sans compter le contrôle ?

Pe : Ben je refais les… enfin j'essaie de refaire les exercices que j'ai pas compris

[…]

I : Mais qu'est-ce qui fait que tu te dis " Tiens, faudrait que je retourne ? " Comment…

Pe : Ben … soit parce que là souvent on a 2 heures…avec l'autre prof[17] c'était plus… plus marquant mais… au bout de 2 heures… enfin ça… ça s'enchaîne tout ça et…moi à la fin, je comprenais plus rien… **Donc du coup le week-end je refaisais les 2 heures de maths toute seule parce que ça allait trop vite et au bout de 2 heures, t'es un peu submergée** quoi et là par rapport… enfin là, ça se passe mieux, mais… déjà un peu mieux mais… mais ouais, je refais les exercices… que j'ai pas compris et puis justement je suis allée… je suis allée plus souvent avec Pauline ou des gens qui y arrivent bien en maths, elle arrive à m'expliquer un peu mieux.

Mais inversement d'autres élèves déclarent ne rien faire d'autre entre les séances de mathématiques que de chercher les exercices donnés pour l'étude à la maison par le professeur ; en particulier, le retour sur les exercices corrigés en classe est réservé à la période de révision du contrôle. J'avancerai que cette attitude est fréquente, même chez les élèves en difficulté, la justification avancée étant la nécessité de préparer les contrôles des autres disciplines : à ce niveau, il y a toujours un contrôle en vue.

### *3.1.2 Les gestes d'évaluation de l'état de l'apprentissage relatif aux exercices faits dans S0*

Intéressons-nous maintenant au travail réalisé, en fait surtout à l'occasion de la préparation du contrôle, sur les exercices résolus et corrigés dans S0. Pour les élèves, il s'agit alors non seulement d'avoir compris mais en prévision du contrôle de savoir faire et donc au moins refaire. Je me pencherai dans un premier temps sur ce que je considère comme des gestes d'évaluation de l'état de l'apprentissage réalisé relativement à ces exercices grâce à ce qui s'est passé antérieurement, à la maison (recherche de l'exercice) et en classe (correction, explication du professeur).

Pour les deux bons élèves interviewés par C. Félix, la routinisation des pratiques est telle que ces élèves sont vraiment confiants en la qualité de leur apprentissage, ils se contentent d'une relecture des corrigés, leurs notes aux contrôles les confortent évidemment

[17] Les élèves ont changé de professeur de mathématiques suite au départ à la retraite du premier. Ceci n'a pas été sans effet sur le rythme de l'enseignement, le remplaçant jeune certifié ayant aussi une expérience en collège.

et dans leur diagnostic et dans leur stratégie. Ce résultat doit certainement être relativisé puisque par exemple Mathilde et Laura qui étaient de bonnes élèves au collège affirment avoir toujours travaillé comme elles le font en Première, refaisant notamment par écrit les exercices faits avec le professeur. Ceci étant, 5 élèves dont les deux meilleures, Pauline et Justine, disent clairement que leur façon de travailler a changé au passage en Seconde, voire plutôt en Première S, ce qui confirme les résultats de C. Félix :

Pauline

P : C'est depuis cette année. Ben enfin, les maths, la bio, la physique, ça compte vraiment beaucoup. Donc… bon, avant, enfin je faisais… je faisais pas grand chose… je m'y prenais pas à la dernière minute, non, mais je bossais devant la télé ou des trucs comme ça, ça me gênait pas…

[…]

I : Donc tes contrôles de maths, tu les révisais…

P : Je les révisais pas **beaucoup hein. Je refaisais pas tant d'exercices que ça… je me contentais du cours… souvent**.

I : Lire le cours ?

P : Hmm

I : Et ça te suffisait ?

P : Oui

Justine

I : Est-ce que tu te souviens du moment où tu t'es mise à travailler comme ça ? Comme tu viens de me raconter…

J : Ben en fait euh **au collège, je ne faisais pas du tout ça parce que c'était… enfin ça semblait plus facile. Enfin les maths au collège, c'est facile**. C'est à partir en fait de la seconde où j'ai… c'était une technique que je trouvais vachement bien pour apprendre et c'est ce qui me permettait d'avoir des bonnes notes.

I : Mais t'en as parlé, quelqu'un t'a aidé à trouver tout ça ?

J : Non, non, j'ai commencé à refaire les exercices et puis finalement je me dis que c'est un concours en fait d'essayer de les refaire tous avant le contrôle pour être sûre d'être bien… bien parée pour le contrôle. Mais non, non, c'est pas quelqu'un qui m'a dit de faire comme ça, non c'est toute seule euh, je me suis aperçue que ça m'aidait bien à… à me préparer au contrôle.

Dans les différents interviews se sont présentés les gestes suivants qui sont tout à la fois reprise de contact avec les exercices et leurs corrigés et auto-évaluation du savoir refaire :

- Lire directement le corrigé.
- Refaire de tête puis confronter au corrigé dans des aller et retours portant sur des parties plus ou moins courtes.
- Refaire entièrement par écrit puis confronter au corrigé.

La contribution d'Alice (7,5-9,5-12,5)[18] me permettra d'illustrer les deux premières façons de faire qu'elle utilise comme on va le voir suivant l'importance qu'elle accorde aux exercices dans la perspective du contrôle, suivant aussi sa motivation. Comme on va le voir, Alice exprime un certain malaise par rapport à sa façon de travailler, seuls les deux garçons qui sont les plus en difficulté dans le groupe, la rejoignent sur ce terrain.

Alice

A : et puis Jeudi, ben j'ai revu les exercices qu'on avait faits en cours… plus profondément

I : Oui. Alors comment tu fais ça ?

A : Ben je les relis. Je relis, de temps en temps, j'en refais quand… quand ça coince un peu ou… des trucs… parce qu'on a des exercices un peu basiques par exemple sur les débuts… calculer des produits scalaires ou des trucs dans le genre, donc il faut que… ça ils nous disent bien qu'il faut savoir le faire pour le contrôle et tout ça. Donc j'essaie de m'exercer, d'en faire un peu.

I : Oui mais comment alors ?

A : Ben pff. Là pour celui-là, je l'ai refait plus dans ma tête en fait, je me dis… je cache… **je cache en fait ce qu'on a écrit** et puis je relis les… l'énoncé, tout ça, donc je relis, et puis je me dis ça fois ça et ça et **je calcule… dans ma tête et je regarde si j'ai fait**… si ça coince ou si ça va pas […]

I : Donc ça, c'est les… tu fais comme ça pour les petits exercices

A : Ouais, exercices… types en fait, entre guillemets, pour chaque… chaque leçon.

Alice utilise donc le deuxième geste pour les exercices de base, ceux dont elle perçoit qu'ils doivent être maîtrisés. Pour ces exercices, cette approche est aussi présente chez Pauline, ce qui lui permet de traiter rapidement les exercices simples proposés par le manuel, " les trucs qui entraînent, les trucs de base ".

Alice (suite)

I : Et puis les autres alors ?

A : Ben ça dépend *rire* ça dépend des contrôles, ça dépend de ma motivation. Si je suis motivée, on va dire je vais les refaire à l'écrit, au brouillon mais euh… quand je le suis pas, je les relis juste en fait, je regarde, j'essaie de me souvenir comment il faut faire, d'avoir la méthode… et tout ça […]

I : Bon. Et alors là, c'était une fois où t'étais… dans tes révisions, alors c'était un devoir où t'étais motivée ou…

A : Ben en fait non

I : Donc en fait, tu les as refaits… tu les a relus tous

A : Oui oui, **j'ai tout relu**, tous les… tous les exercices qu'on avait faits, toutes… les méthodes et tout ça aussi ouais quand même… mais euh pff **je les ai pas refaits réellement en fait**… Parce que c'est vraiment… parce que là je considérais que ça allait… que ça allait quand même… plus ou moins… que j'avais compris

I : Oui

A : Donc quand c'est des contrôles où j'ai… un peu plus de mal en fait, dans ce cas-là, je vais plus les refaire mais là…

Pour les exercices plus compliqués, bien qu'elle se rende compte que ce n'est pas l'idéal, Alice s'est contentée du premier geste pour ce contrôle, comme les bons élèves de Troisième et ce, en particulier parce qu'elle pensait avoir compris. Elle n'éprouve pas le

[18] Cette élève poursuit sa progression en Terminale S en 2005-2006 et se propose de candidater en Classes Préparatoires.

besoin d'un diagnostic plus strictement fondé (ou elle n'a pas envie, c'est un élément récurrent dans son discours). En réalité, c'est plus un geste d'étude que de validation de ses acquis qu'elle accomplit en lisant : elle dit bien qu'elle cherche par cette lecture à mémoriser les façons de faire. Mais elle ne cherche pas à les mettre elle-même en œuvre.

Qu'en est-il des deux élèves les plus en difficulté ? Thomas (6-7-7) applique un mixte des deux premiers gestes pour les exercices courts, alors qu'il refait les autres exercices par écrit :

Thomas

I : Cet exercice tu le refais dans ta tête ou tu le refais par écrit ?

T : Ça dépend desquels

I : Ça dépend desquels

T : Enfin si, quand je refais dans ma tête, je regarde, je reste avec la réponse, mais si je le refais entièrement là, je... je regarde pas les réponses. Et les exercices assez courts, en fait quand ils sont assez courts, je ne les réécris pas, **je les regarde seulement en essayant de suivre la correction quoi, suivre les étapes pour... ce qu'on a fait pendant la correction.**

Mais Thomas ne semble pas du tout systématique dans son travail de vérification (il a par exemple fait une impasse complète sur l'un des deux thèmes au programme du contrôle en pariant qu'il serait peu présent dans le sujet), il reprend les exercices qui lui paraissent importants mais ne sait pas dire comment il détermine son choix et peut-être la proportion des exercices faits de tête est-elle plus forte qu'il ne le dit. Globalement il ne semble pas suivre une stratégie vraiment assumée. Il faut dire que Thomas est très mal à l'aise pendant cet entretien, on ne peut pas exclure que les hésitations exprimées résultent autant de la situation d'entretien elle-même que de l'image qu'il a de sa position scolaire et de ses méthodes de travail.

Quant à Julien (moyenne : 9-11-8), s'il refait par écrit les exercices qu'il décide de reprendre, ce travail est chez lui aussi loin d'être systématique :

Julien

I : Dans les exercices que vous avez faits pour ce chapitre, y avait pas des inéquations ?

J : Si si y en avait de ça... j'y arrivais un petit peu. Ben d'ailleurs au contrôle on en avait eu, j'avais réussi à faire l'exercice, mais euh je me rappelle plus si j'ai eu bon, j'ai dû en avoir un peu un peu de bol (rire)

I : Et donc dans tes révisions, tu te souviens d'en avoir revu des exercices

J : Euh non **j'avais pas trop envie de**

I : C'est-à-dire là finalement tu n'as pas repris... tu ne refais pas tous les exercices que le professeur a donnés ?

J : Non Ben euh déjà les inéquations euh ben j'y ai pas pensé sur le moment (rire) et euh **en général je reprends ceux que j'ai moins... moins bien compris** et euh ben là j'avais bien lu surtout les études de fonctions et tout ça

Alice, Thomas et Julien sont les seuls à ne pas refaire par écrit la majorité des exercices faits avec le professeur, ce que font les 7 autres en appliquant éventuellement un traitement plus léger aux exercices les plus simples ou en choisissant certains énoncés dans le cas de séries d'exercices de même consigne[19]. Comme le dit très bien Laura dans l'extrait ci-dessous, ces élèves se sont rendu compte qu'ils ne pouvaient plus réaliser en classe tous les apprentissages nécessaires ni se fier à leur seule impression pour évaluer leurs acquis et décider si l'étude pouvait être close ou devait être prolongée.

Laura

L : Le professeur lui, il fait son truc, il met la réponse et puis il passe à autre chose, il prend pas le temps de... forcément... ben sur le coup, on comprend, donc on pose pas de question mais après c'est vrai que... enfin comprendre et savoir le refaire, c'est... c'est différent. Et puis il y a plein de choses, donc quand le prof le fait, il le fait vite et tout, nous on comprend et après on se dit Mince est-ce que je serai capable de le refaire ? **Et c'est pour ça qu'après il faut justement travailler, parce que si on fait juste lire le cours, on comprend tout, mais si on n'essaie pas de creuser un peu, on sait pas le refaire tout seul**

I : Donc quand tu les refais, ça te sert à ça ?

L : Oui ça me sert à... parce que même si j'ai compris, après il faut que je sois sûre que en arrivant devant la feuille d'énoncés au contrôle, je sache vraiment comment partir et quoi faire, c'est pas ..il suffit pas... pour moi, il suffit pas d'avoir compris, il faut savoir vraiment le refaire parce que sinon ça sert pas... ça sert moins.

Qu'ils soient moyens ou forts, les élèves se sont donc dotés d'un geste d'auto-évaluation plus strict que ce qu'ils pouvaient s'autoriser au collège. Ceci marque donc un changement d'une institution à l'autre, que les élèves en difficulté interrogés ne semblent pas avoir perçu ou dont ils n'assument pas bien toutes les implications.

[19] Je signalerai qu'une seule élève, Perrine, a évoqué un retour sur les devoirs faits à la maison. Ceux-ci sont-ils les grands absents du travail de préparation des contrôles ? Ceci ne serait pas sans conséquences sur l'extension des apprentissages réalisés, notamment relativement à l'évolution et à la structuration des OM.

## 3.2 Seconde dimension du développement du travail de E0 : les gestes d'étude visant à pallier les ignorances diagnostiquées

Dans cette partie, je m'intéresserai à ce que font les élèves lorsqu'ils ont éprouvé un sentiment d'incompréhension ou lorsqu'ils ont échoué dans leur reprise d'un exercice (erreur ou impasse).

### *3.2.1 Gestes de lecture*

Il s'agit de lire, éventuellement plusieurs fois, en essayant de comprendre. Ce geste est souvent évoqué pour l'étude du cours, nous avons vu précédemment que c'est ce que faisait Laura le soir lorsqu'elle a été débordée par le rythme de la séance. Il intervient aussi pour les exercices (les citations précédentes ont fait apparaître qu'il constitue une entrée dans l'étude des exercices pour certains élèves) avec deux finalités possibles, non également mentionnées dans les entretiens : comprendre d'une part, mémoriser d'autre part.

L'efficacité d'une telle lecture dépend de toute évidence de l'activité intellectuelle qui l'accompagne, activité dont les entretiens ne donnent que rarement idée (il aurait fallu aller plus loin sur la voie de l'explicitation). Néanmoins certains extraits laissent entrevoir des différences :

> Julien
>
> I : Et alors, quand tu n'as pas su faire un exercice, qu'est-ce que tu fais avec ce que le professeur a donné ?
>
> J : Ben je regarde l'exercice puis j'essaie de comprendre comment il a fait
>
> [...]
>
> I : Et donc ceux que tu n'as pas bien compris, comment en général... comment tu fais pour mieux comprendre quand t'es tout seul ?
>
> J : Ben **je regarde l'exercice qu'on a fait en cours** et puis euh je regarde comment le prof a fait euh en général en regardant et puis **en me concentrant bien** j'arrive à trouver... à trouver l'explication.
>
> Thomas[20]
>
> T : Et les exercices assez courts, en fait quand ils sont assez courts, je ne les réécris pas, **je les regarde** seulement en essayant de suivre la correction quoi, suivre les étapes pour... ce qu'on a fait pendant la correction.
> Plus loin Thomas explique qu'il refait par écrit les exercices plus compliqués
>
> T : Après je compare avec l'exercice corrigé et je regarde si c'est correct.
> I : Oui, et alors ?? Oui, et alors
> T : (*Sourire*) et alors si c'est correct, je passe au suivant.

[20] Thomas a constamment besoin d'être relancé, cela apparaît clairement dans l'extrait cité. On pourra aussi noter combien le vocabulaire utilisé exprime un grand manque de confiance (j'essaie, je crois...).

I : Et sinon ?
T : Sinon, ben j'essaye de voir là où il y avait un problème dans le nouvel exercice que j'ai fait
I : Et après ?
T : Ben après je le corrige, enfin j'essaye de comprendre pourquoi là j'ai pas... j'ai... pourquoi ça diffère de la correction
I : Oui et alors ??? Et alors ??
T : Ben, et alors... et alors j'ai appris, j'ai appris là où était mon erreur donc je passe à la suite
Un peu plus tard, Thomas évoque son travail sur les exercices corrigés d'un livre parascolaire

T : Euh, je le fais plusieurs fois en fait. Je... ça ouais, je le refais pas, je le fais pas une fois bien, **je le relis plusieurs fois jusqu'à temps que ça soit imprimé** quoi !!

I : Qu'est-ce que c'est quand c'est imprimé ?

T : Ben c'est quand je le relis et que j'ai pas besoin de m'arrêter. Enfin, quand je comprends quoi, quand j'ai l'impression d'avoir compris.

I : Et c'est comment quand tu as l'impression d'avoir compris ?

T : Ben c'est quand j'arrive au raisonnement final et que, que je me souviens des étapes et que je crois pouvoir le refaire !

Alice

Nous avons vu précédemment qu'Alice pouvait, faute de motivation, se contenter de lire les corrections des exercices compliqués : " je les relis juste en fait, je regarde, j'essaie de me souvenir comment il faut faire, d'avoir la méthode... et tout ça ". On voit que sa lecture a une visée de mémorisation. Dans l'extrait ci-dessous, elle explique comment elle utilise les démonstrations et/ou les exercices pour comprendre un point qu'elle n'avait pas compris, à savoir la conservation du produit scalaire par projection orthogonale :

Alice : En fait il y a des choses, je sais plus trop. Mais après, je vais regarder plus... plus attentivement en fait comment... j'ai fait, comment on a fait pour démontrer dans...dans le cours ou alors... comment on a fait dans un exercice avec... Par exemple, oui, j'avais pas trop compris... c'était les projetés

[...] Je voyais pas trop comment on pouvait en arriver...et donc j'ai relu, j'ai refait la démonstration... sur le truc... enfin j'ai relu comment on a fait et puis... et puis c'est venu en fait quoi... je me suis plus rendu compte que... comment ça marchait... comment on faisait en fait pour avoir le projeté surtout.

Alice nous donne l'exemple d'une lecture active qui sollicite plusieurs sources pour éclairer un point obscur. A l'inverse, chez Julien, la compréhension semble presque magique, il regarde et se concentre[21]. Chez Thomas, on peut se demander, en reconstruisant une interprétation à partir des éléments rapprochés ici, si l'indicateur de la compréhension n'est pas en fait dans tous les cas la mémorisation (capacité à refaire de tête), mémorisation qui est obtenue presque passivement par lectures répétées. On retrouve cette identification

[21] Il est clair que l'interprétation de ces interviews prend en compte la position scolaire de ces élèves. Ce que dit Julien est lu comme signe d'une passivité qu'on n'attribuera pas nécessairement à la lecture de Laura parce que l'un est en échec et l'autre en réussite.

réussite-compréhension chez certains des élèves qui ont recours aux gestes de répétition que nous abordons maintenant.

### *3.2.2 Gestes de lecture et résolutions écrites répétées*

Il s'agit ici après comparaison de la solution personnelle avec celle du professeur de recommencer en cas d'erreurs la résolution de l'exercice par écrit jusqu'à obtenir une solution identique. L'enjeu est donc de savoir reproduire pour l'exercice en question la façon de faire validée par le professeur, qui apparaît ainsi comme un objet institutionnalisé ; la rédaction au tableau ou sur polycopié du corrigé contribue vraisemblablement à cette institutionnalisation.

> Blandine (moyennes : 10-10-10,5)
>
> B : Ben je prends… je regarde le numéro de l'exercice, je le prends dans le livre, je le fais et puis je compare avec la correction et puis, si j'ai faux, je regarde où j'ai fait une erreur, à quel niveau, et puis **j'essaie de recommencer jusqu'à… jusqu'à ce que j'y arrive.**
>
> I : D'accord. Tu recommences toujours le même exercice ?
>
> B : Ben, jusqu'à temps que j'y arrive ou alors, si vraiment… j'y arrive pas, ben je passe à autre chose mais j'essaie au maximum de… d'aller jusqu'au bout
>
> Justine : Si j'ai faux, euh **je le refais plus tard pour avoir oublié un peu l'exercice**. Et j'ai noté sur un petit post-it quel exercice à refaire.
>
> Mathilde (moyenne : 9-9-11,5) : Ah oui, oui, oui *rire* **ça m'est arrivé plusieurs fois de refaire 3 fois le même exercice.** Bon, à la fin, c'est un peu embêtant, ce que j'essaie de faire c'est une fois, deux fois, j'y arrive pas, je laisse tomber et le jour suivant, je vais le refaire une troisième fois... Oui, oui. Je suis plutôt acharnée

Les gestes que nous venons d'évoquer correspondent à des tentatives solitaires de l'élève pour remédier aux difficultés qu'il a rencontrées relativement aux objets dont l'étude a été au moins commencée dans S0. Selon la décision explicitée à la fin de la section I, il relève de l'enveloppe pour l'élève de ce qui s'est passé en classe et ce d'autant que l'apprentissage est très orienté vers la reproduction des exercices traités dans S0. Et c'est bien dans cette position E0 de l'Elève-de que des élèves prennent l'initiative d'introduire en classe certains éléments de leur étude personnelle.

### *3.2.3 Gestes d'implication du professeur dans l'étude personnelle.*

Face aux difficultés constatées, certains élèves sollicitent l'aide du professeur, provoquant ainsi le prolongement de l'étude coopérative caractéristique de S0 :

> Chloé (moyennes : 10-9-12)
>
> C : Tout le monde est intéressé quoi, tout le monde pose des questions…

I : Ça t'arrive toi d'en poser ? Au professeur ?
C : Oui quand je comprends pas

I : Et dans la classe, y a beaucoup d'élèves qui font ça ?
C : Euh oui enfin… c'est un peu toujours les mêmes mais… oui y en a quand même pas mal qui font ça

Mathilde

I : et alors qu'est-ce que tu fais quand tu n'y arrives pas ?

M : Ben, enfin si j'y arrive pas, vraiment vraiment, **j'essaie d'aller demander au prof… parce que enfin j'estime que si au bout de trois ou quatre essais, enfin, j'ai pas réussi à le faire correctement, y a quand même un problème quoi** *Rire* Donc ben, soit j'essaie de demander à mes parents si ils savent le faire, des fois ils savent, des fois ils savent pas

Mathilde est cette élève dont nous avons vu l'attention extrême aux discours du professeur à partir duquel elle repère les exercices importants pour le contrôle. Elle parle ici de ce qu'elle fait en phase de révision, commencée précocement, lorsque après plusieurs essais, elle ne parvient pas à savoir refaire un exercice. On voit très bien dans cet extrait à quel point elle est en position d'Elève-de, rappelant P0 à l'ordre de la relation didactique en le sommant de lui donner plus d'éléments pour apprendre.

Mais tous les élèves n'osent pas interpeller le professeur ou n'en ont pas l'occasion car ils ne prolongent l'étude qu'au moment crucial de la préparation du contrôle ; ils doivent alors mener sans l'aide du professeur le travail complémentaire nécessaire à la compréhension de ce qui s'est passé en classe, avec plus ou moins de bonheur.

Julien[22]

I : En fait le… le problème c'est que finalement tu étais coincé sur un exercice

J : Oui

I : Et tu n'as pas pu demander à Monsieur B … Tu ne demandes pas quand tu ne comprends pas ?

J : Ben euh **en règle générale je demande rarement au prof** mais euh et puis euh Sinon je demande à mon père mais comme il est là que le week-end ben euh et que là il n'y avait pas de week-end bon…

### *3.2.4 Sollicitation de systèmes didactiques auxiliaires*

Le recours à des personnes susceptibles d'aider à l'étude apparaît dans la plupart des entretiens : un autre élève (dans ces entretiens, j'ai rencontré 3 paires Tuteur-Tutorée visiblement très importantes pour l'élève plus faible), les parents ou la fratrie (les personnes

[22] Julien est cet élève qui a été absent quelques jours avant le contrôle et qui n'a pas à sa disposition les exercices faits en son absence. Lors de ses révisions, il est revenu sans succès sur un exercice qui déjà en séance lui avait posé problème (nous reviendrons sur cet exemple en III.4). Mais il a pu suivre une dernière séance avant le contrôle. C'est ce qui est évoqué dans cet extrait.

consultées ont fait des études scientifiques), un cours particulier (seule Perrine déclare en bénéficier).

Deux élèves seulement disent utiliser la partie Cours de leur manuel (Terracher-Hachette). Mathilde s'appuie sur les exemples traités qui y figurent pour travailler un point qu'elle a mal compris (il s'agit d'une technique pour établir une inégalité par implication à partir d'inégalités connues). Justine cherche dans le livre des méthodes décontextualisées (" des règles ") pour traiter les exercices qu'elle n'a pas réussi à résoudre correctement dans S0 (cas de la détermination du nombre de termes d'une somme de termes d'une suite) ou pour les exercices nouveaux que le professeur n'a pas déjà préparés par un exemple et pour lesquels elle devrait donc se placer en position E-1 (elle cite le cas de l'étude des suites arithmético-géométriques, OM à laquelle ce manuel consacre une étude très développée, comprenant les différents moments). Justine utilise donc son livre pour étendre le champ du savoir institutionnalisé qu'elle s'emploie ensuite à mettre à sa main en le faisant fonctionner :

Justine

I : Mais tu l'as trouvée comment cette règle-là ?

J : Ben, c'est avec plusieurs exercices, euh... le prof nous a donné ou non, ça doit être dans le livre aussi parce que parfois j'utilise le cours du livre. **C'est dans le livre, c'était écrit qu'il fallait prendre le dernier terme... moins le premier terme plus 1**, je crois. Si on démarre à $u_0$, n-0+1 et donc on trouvait n+1 termes. Si on démarre à $u_2$, ça fait n-2+1 termes et c'est... là j'ai appris par cœur cette formule, enfin cette formule euh entre guillemets, je l'ai appliquée dans les exercices...

I : Et alors, ça a marché...

J : Ouais, enfin..., ça marche, euh, ben c'est ce qui y'avait dans les livres donc je me suis dit que ça marchait et j'ai utilisé ça...

I : Donc celui-là tu n'as pas essayé de comprendre pourquoi c'était comme ça ?

J : Ben, j'ai essayé sur plusieurs, euh, sur plusieurs exemples et ça marchait à chaque fois, donc euh, donc j'ai utilisé ça. [...] **Je me suis pas bloquée pendant trois heures, j'ai regardé dans le livre ce qu'il mettait.**

I : Donc le livre, ça t'a servi ?

J : Ben, oui..., le livre... le cours du livre... quand je trouve pas quelque chose qui n'est pas dans mon cours à moi... Je lis le livre ou quand... ou **quand il nous donne des exercices, qu'on n'a pas encore fait le cours, je prends le cours du livre parce que, euh ça aide**, c'est toujours ça (*rire*)... Je préfère regarder le cours du livre que les corrigés de l'exercice pour essayer de trouver de moi-même le résultat de... de l'exercice.

De l'entretien avec Justine qui, rappelons-le termine l'année avec une moyenne de 17, il apparaît que cette excellente élève semble éviter autant que possible d'être en situation

d'invention ; d'après ses dires, elle situe sa part de créativité dans la recontextualisation d'une règle décontextualisée ou dans le transfert à partir d'un exemple.

Trois élèves utilisent des livres complémentaires à leur manuel, ces instruments ne sont pas envisagés comme des aides pour la compréhension. Aucun ne mentionne des logiciels ou site Internet.

En résumé, les élèves interviewés s'efforcent, d'une manière plus ou moins rigoureuse, de se rendre capables de reproduire les solutions des exercices corrigés par le professeur. Cette part du travail est nécessairement solitaire. Ils cherchent également à lever les incompréhensions qu'ils rencontrent dans le cours et dans l'étude des exercices. Cette dimension de l'étude est plus délicate et pour certains se confond avec la précédente : ils ne s'interrogent plus en terme de compréhension dès lors qu'ils savent refaire correctement les exercices, objectif plus facile à atteindre et à contrôler. En cas d'incompréhensions persistantes, notamment celles qui ont pour effet l'incapacité à mémoriser la solution d'un exercice, ces élèves ont presque tous recours à une autre personne pour les aider dans l'étude. Cette observation me conforte dans le choix de situer cette face du travail personnel au niveau didactique S0. Elle met aussi dramatiquement en exergue le cas de ces élèves que leur position dans la classe, la confiance qu'ils ont en eux, n'autorisent pas à interroger le professeur, qui ne peuvent s'appuyer sur les ressources familiales, financières (pas de cours particulier) ou culturelles (pas de parent ni de frère ou de sœur ayant fait des études scientifiques) et qui n'ont pas la chance de bénéficier de l'aide d'un pair, c'est le cas de Thomas : ils sont livrés à leurs propres moyens qui ne suffisent pas toujours.

### *3.2.5 Pourquoi un tel acharnement sur les exercices proposés par le professeur ?*

On peut se demander comment les élèves justifient les efforts accomplis autour de la reproduction des exercices résolus dans S0 puisqu'ils savent très bien que le contrôle ne reprendra aucun de ces énoncés. Un premier niveau de réponse est valable pour tous, c'est le pari de la proximité :

> Laura
>
> L : Ben j'estime que... le prof enfin c'est pas... enfin, il est pas trop vicieux donc il... les exercices qu'on fait, **les exercices qu'il va nous donner en contrôle, c'est à peu près le même genre d'exercices** donc... retravailler des exercices en plus, euh enfin je pense que des fois, c'est un peu...

I : C'est-à-dire là, là pour l'instant, tu... tu... enfin d'après ton expérience, les exercices que... avoir refait les exercices, ça te permet de traiter les exercices qui sont posés en contrôle ? T'as jamais eu de surprise sur les façons de faire ?

L : Non non Jamais. Ben je trouve... ben j'arrive toujours à m'en sortir au contrôle parce que je trouve que l'entraînement que j'ai eu à la maison en faisant les exercices que le prof nous a donnés, c'était suffisant donc. J'ai jamais eu de... jamais eu de surprise en contrôle, je suis jamais arrivée devant un exercice, je me suis dit Mince, j'ai jamais fait un truc dans ce genre-là, je sais pas du tout comment faire.

A ceci s'ajoute chez Laura l'idée d'entraînement qui apparaît chez plusieurs autres élèves, notamment Chloé dont nous développerons le point de vue dans la partie suivante. Par ailleurs, Laura compte sur sa capacité, validée par l'expérience, à adapter ce qu'elle a appris dans ses révisions aux exercices du contrôle[23] mais elle est la seule à formuler cette confiance :

Laura

L : Oui. On peut tourner la phrase autrement mais euh mais euh on arrive... même si... par exemple, en exercice, on avait fait... on avait tourné le problème autrement, on, on... enfin j'arrive à remélanger l'exercice et à repartir de... à faire le contraire par exemple de ce qu'on avait fait en cours.

Par ailleurs, il apparaît que les élèves n'ont pas beaucoup d'autres solutions que de retravailler ainsi sur les exercices faits avec le professeur, c'est ce que nous allons préciser maintenant.

## 3.3 Des gestes de prolongement de l'étude attribués au premier niveau sur-didactique

### *3.3.1 Gestes de développement des moments du travail et de l'évaluation de la technique*

Pour prolonger le travail de la technique au-delà de ce que P0 a organisé dans S0, l'élève doit pouvoir résoudre des exercices nouveaux. Mais les entretiens réalisés laissent à penser que les élèves n'endossent qu'exceptionnellement la responsabilité de la validation.

Justine

I : Est-ce que ça t'arrive de faire des exercices que vous n'avez pas faits ?

---

[23] Laura adopte pour l'essentiel la posture d'apprenant tactique que j'ai introduit dans le cours de l'école d'été. On verra plus loin (III.4.) qu'elle peut avoir un point de vue plus stratégique dans certains cas.

J : Ben, non parce que en fait, si je les fais et que j'ai faux, en fait ben euh et **je saurais pas si j'ai faux ou pas et donc j'essaierais... je préfère pas les refaire parce que ça m'entraînerait peut être à avoir une mauvaise technique** ou quelque chose mais comme là on a quand même fait beaucoup d'exercices. Ce serait pas... on n'aurait pas beaucoup d'exercices, peut-être que j'en referais mais là on en a quand même un certain nombre, donc on a... j'ai quand même un bon entraînement

I : D'accord et donc tu n'as pas non plus d'annales ou de livres d'exercices corrigés

J : Non

Sur 10 entretiens, quatre évoquent la résolution d'exercices non traités avec le professeur. Deux seulement, Pauline et Mathilde, cherchent dans ce contexte des exercices non corrigés dans leur manuel, il s'agit d'exercices de base. Les deux autres, Chloé et Thomas, ont recours à des énoncés corrigés du manuel ou de livres parascolaires ; autrement dit, ils s'assujettissent à une institution didactique auxiliaire qui ici se substituent à P0 pour prolonger l'étude. Le travail de Chloé est particulièrement intéressant :

Chloé

I : Donc si tu te souviens de cet exercice-là, comment tu as fait ? Qu'est-ce que tu as fait comme travail ?

C : Ben je l'ai fait... j'ai fait petit à petit. Et une fois que je l'avais fini, j'ai regardé le corrigé

I : Donc tu as comparé ce que tu avais fait et le corrigé ?

C : oui je regardais... à chaque question, je regardais le corrigé pour la même question

I : Et d'avoir fait ça, comment tu expliques que ça te sert après ?

C : Ben...je sais pas. C'est le fait oui... c'est parce que j'en fait plusieurs et donc après **je suis entraînée**... je pense que c'est plus une question de rapidité parce que j'avais souvent du mal à finir les contrôles en entier.[...]

I : Et est-ce que finalement tu te souviens de la façon de faire ?

C : ouais je me souviens, parce qu'à force d'en faire à la fin ça devient un mécanisme pour... pour faire les... enfin pour utiliser la technique et... donc à la fin

I : Donc finalement, c'est en en refaisant

C : Oui c'est en en refaisant que ça... c'est la façon de faire rentrer dans la tête [...]

C : y a des fois aussi où... pendant le cours, je fais des erreurs, on corrige et quand je refais, je refais la même erreur. Donc... quand c'est comme ça, j'essaie d'en faire d'autre dans le même genre...**Si on n'en a pas fait d'autres dans le cours dans le même genre, je vais aller chercher ceux du livre qui sont un peu pareils pour... pour trouver un peu pourquoi... je me trompe à chaque fois enfin**... [...]

I : Mais donc une fois que t'as lu ce que tu avais fait...enfin tu as essayé de comprendre pourquoi il fallait faire comme ça dans un exercice où tu t'étais trompée... Et tu refais une fois de plus ou t'arrêtes là ?

C : Non j'arrête, enfin **je ne refais pas le même, je refais du même genre** mais... je ne refais jamais le même parce que... ou alors, je le fais mais plusieurs jours après, pour être sûre de pas me souvenir

non plus exactement de la correction et pas refaire... machinalement ce quej'avais lu dans la correction.

Chloé accomplit, en s'appuyant sur le milieu construit par P0 et étendu grâce aux manuels, un travail personnel d'appropriation qu'on ne trouve pas chez tous les élèves : elle met à l'épreuve ce qu'elle a compris par l'étude d'un exercice dans d'autres exercices de même type au lieu de refaire le même. Comme Laura, elle justifie ce mode de travail par l'idée d'entraînement, elle s'est rendu compte qu'elle devait gagner en rapidité pour finir les contrôles.

Une seule autre élève, Perrine, évoque également ce style d'attitude mais elle se restreint aux exercices proposés par le professeur ; donc si l'étude n'a pas été développée dans S0, elle ne peut procéder ainsi. **Décider d'attribuer de tels gestes à E1, c'est choisir d'en mettre en avant la dimension autonome**, même si cette autonomie se réduit à la décision de chercher un système didactique auxiliaire permettant d'élargir le milieu de l'étude et, peut-être cela ne doit-il pas être négligé, d'y choisir des exercices pertinents. C'est aussi prendre en compte le fait que les corrigés d'exercices donnés par les manuels scolaires sont majoritairement laconiques, voire parcellaires et rarement accompagnés de commentaires, ce qui les différencie des résolutions organisées par P0. Il s'agit bien pour E de s'émanciper du cadre créé par P0, dans lequel semblent enfermés presque tous les élèves interrogés. **Mais le modèle théorique présenté dans I n'est pas assez affiné pour fonder cette option.**

De même, il ne me permet pas de différencier le travail de Chloé de celui de Thomas qui s'appuie sur un ouvrage parascolaire de la façon suivante :

Thomas

T : Ben j'utilise aussi un livre de... un **livre avec le cours et les exercices**

[...] Donc ben j'ai relu, avant de me coucher, j'ai relu les exercices résolus et le cours

I : Et tu t'attaches à quoi quand tu les relis les exercices comme ça ? Comment ça se passe pour tes yeux là ?? Ils s'attachent où ??

T : Ben euh, ils s'attachent sur, sur les méthodes... sur les méthodes pour arriver à la conclusion, enfin à la fin de l'exercice, enfin le plus souvent quoi

I : Hum, hum et alors comment tu extrais cette méthode justement, tu vois, c'est ça qui est intéressant !! C'est de savoir comment tu t'y prends pour sortir ça

T : Ben par exemple là, enfin **elles sont écrites, elles sont soulignées en bleu, les étapes en fait**, c'est plutôt une sorte d'étape, quoi !

J'ai envie de dire que Thomas s'assujettit en tant qu'élève E0 à une seconde institution didactique qui développe plus que ne l'a fait P0 l'étude des OM en lui proposant de

nouveaux exercices corrigés et certains éléments d'explicitation de la technique qu'il s'efforce d'étudier. Comment fonder en théorie l'attribution de ce travail à E0 et celui de Chloé à E1 ? C'est une question non résolue qui nécessite de reprendre l'analyse du rôle de P0 : le professeur n'est pas seulement celui qui choisit des exercices et en donne une solution valide.

### *3.3.2 Gestes de développement de la technologie et d'institutionnalisation*

Suivant les professeurs, suivant les OM, la composante non théorique de la technologie est plus ou moins réduite dans S0. Pour un même professeur, elle est ensuite diversement entendue par les élèves, selon l'importance qu'ils accordent aux commentaires oraux du professeur. L'élaboration de la technologie, l'institutionnalisation de la technique peuvent donc être dans ces conditions largement placées sous la responsabilité de E1. Captives comme les autres du corpus d'exercices corrigés avec le professeur, Justine et Pauline prolongent clairement le travail sur les corrections d'une démarche de décontextualisation qui les amène à formuler des éléments de technologie dont elles fournissent toutes les deux des exemples précis dans l'entretien. Notons que c'est la seule façon pour un élève de prolonger l'étude commencée en classe s'il n'a pas recours à des énoncés d'exercices et leurs corrigés dans un manuel.

Justine

J : Et la veille du contrôle, je relis la leçon, je refais des exercices à l'oral, sans écrire !! dans mon lit !! *rires* [...] Je refais quelques exercices ou **je me récite les démonstrations dans la tête.**

I : Les démonstrations ?

J : Ben **comment démontrer qu'une suite est bornée ou qu'elle est croissante, décroissante.**

I : Et là , par exemple, comment démontrer qu'une suite est bornée ?

J : En fait faut avoir la suite devant soi... si... si... si c'est une fonction... si c'est une suite sinus ou cosinus, je sais quelle est entre.... encadrée entre –1 et 1 ; après j'additionne ou je multiplie, enfin ça dépend de la suite mais je sais comment ça marche quoi !! Je travaille comme ça [...]

I : Et dans ta tête donc tu as des choses sur celui-là, sur ce... ce type de problèmes par exemple...

J : C'est clair dans ma tête... ça, je sais le refaire

I : Et tu as appris ça comment ?

J : Ben je sais pas, c'est à force de travailler, enfin c'est à force de voir des fonctions comme ça. Enfin je sais pas, c'est une évidence !! Enfin je sais pas... Non ça c'est rentré comme ça. Alors là, je ne sais pas expliquer comment j'ai fait pour apprendre ça

**I : C'est le professeur qui vous l'a dit ?**

J : Non, c'est dans des exercices. **Dans les exercices qu'on a faits, il nous l'a démontré une fois,** après euh je sais le refaire[24].
I : Et alors... parce que tu... là, là, non seulement tu sais le refaire mais en fait tu as, enfin moi j'aurais envie de dire tirer les leçons de l'exercice

J : Ouais, c'est ça [...] Oui, **je retiens les trucs importants qu'on a vus** et... pour savoir les refaire sur un autre exercice en fait

Pauline

P : pour les homothéties euh, j'aime pas trop la géométrie, donc euh j'ai... enfin j'ai refait tous les exercices qu'on avait fait en cours et... et donc après j'ai vu que... enfin **comme c'était tout le temps le même schéma, j'ai réussi progressivement et en fait, j'ai pas mis beaucoup de temps à le réviser ce contrôle**
I : Le schéma, tu peux me donner un exemple ou... ou me dire ce que t'appelles le schéma sur les homothéties ?
P : Ben, soit c'est... c'est montrer que des points sont alignés, soit... soit montrer que c'est par une homothétie de centre machin qu'on obtient ce point-là enfin c'est toujours le même... le même type quoi... **Même si c'est pas les mêmes points, les mêmes données, c'est le même principe** [...]
I : Et ça tu te souviens que ça t'avais frappée quand tu as révisé ?

P : Quoi ben à la fin ça... ça, **ça revenait tout le temps** donc... donc à chaque fois que je révisais, ça... **ça me semblait inutile puisque c'était tout le temps pareil et que j'avais bien assimilé donc je me suis pas éternisée.**

Pauline refait à l'oral un certain nombre d'exercices, elle donne dans l'extrait ci-dessous une idée de ce que cela signifie pour elle :

I : Et en géométrie, par exemple, pour démontrer que des points sont alignés, tu dirais... tu sais quoi ?

P : Ben que... par exemple, si on avait un exercice où il y avait une médiatrice, donc y avait des points qu'étaient équidistants donc ils étaient alignés, par la rotation, l'un se transformait en l'autre et puis un autre qu'était aligné se transformait en l'autre donc fallait d'abord montrer que les points initiaux étaient alignés et après, comme la rotation conserve l'alignement des points

I : D'accord, donc ça c'est l'exemple de comment tu fais oralement

[...] Voilà. Donc ça c'est un type de problème d'alignement. Tu sais autre chose là-dessus

P : Ah ben... les homothéties avec les configurations de Thalès, quand... quand on a des rapports euh qui sont... qui sont pareils, eh ben ça veut dire que ceux-là sont alignés. On avait ça dans le contrôle à faire. Voilà.

On remarquera avec quelle assurance Pauline décide d'arrêter ses révisions à partir du moment où le schéma de résolution qu'elle a repéré est plusieurs fois validé par sa réussite. D'une certaine façon, elle institutionnalise ce schéma et s'en tient là.

Pour ces élèves, cette démarche donne sens au travail sur les exercices du professeur, elle situe les apprentissages dans une perspective de généralisation qui prépare au contrôle :

---

[24] On se rappelle que Justine imagine mal faire un exercice sans avoir au préalable rencontré un exemple ; on peut penser qu'elle est d'emblée dans une démarche de décontextualisation-transfert.

Justine

I : Mais comment ça peut t'aider pour le contrôle alors puisque ce n'est pas les mêmes exercices ?

J : Parce que c'est une technique, c'est pas euh, c'est pas une question d'avoir des... des exemples précis la... enfin c'est des... c'est des formules...donc si on sait les appliquer à un exemple, on sait les appliquer à d'autres euh, enfin à n'importe quel exemple.

Il est clair que le dispositif d'interview conduit ces élèves à décontextualiser peut-être plus qu'elles ne le font pour elles-mêmes. Néanmoins, la présence chez ces deux élèves du même geste consistant à faire un récit oral de la solution d'un exercice atteste de l'existence d'un processus de prise de distance par rapport à l'exercice particulier. Cette attitude réflexive et, me semble-t-il, décontextualisante se retrouve chez Laura à propos d'une OM particulière que nous verrons dans la partie suivante ; peut-être peut-on en déceler une forme moins assumée chez Alice. **Les autres élèves ne font pas mention d'un tel travail qui pourrait donc constituer un geste spécifique de la réussite[25].**

## 3.4. Exemples relatifs au deuxième niveau sur-didactique

L'exemple d'une réussite : Laura et la gestion de la relation de Chasles

Laura a été interviewée en mars, après le contrôle sur le produit scalaire. Comme nous l'avons vu dans la partie II.1., les exercices utilisant le produit scalaire mettent les élèves en situation d'avoir à mener en toute autonomie des calculs vectoriels basés sur la relation de Chasles. Est en jeu une OM ancienne, abordée mais peu travaillée en Seconde, rencontrée à nouveau en Première S à l'occasion du chapitre sur le barycentre qui dans la classe dont issus les élèves a été traité en début d'année. En Seconde, le point de vue analytique imposé par les Instructions réduit le travail de la technique. Laura, en refaisant les exercices pour le contrôle a rencontré une difficulté qu'elle a réussi à surmonter seule par l'étude des corrections du professeur :

Laura : Oh, je me souviens plus vraiment de l'exercice mais je sais que c'était un exercice plus avec des vecteurs où c'était un peu la relation de Chasles et je sais que... ben des fois j'ai du mal à voir euh vraiment où aller, quels vecteurs prendre, quels vecteurs additionner, donc ça je me souviens, enfin j'étais partie, y avait beaucoup, **y avait beaucoup de calculs, beaucoup de calculs et je m'en sortais pas.** Donc là j'ai regardé comment le prof avait fait pour... et lui il y allait, il y allait plus directement donc j'ai regardé comment il avait fait et après je l'ai refait toute seule

[25] Dans Castela, 2004, j'ai montré que ce type de geste était plus présent chez les élèves de Classes Préparatoires que chez les étudiants issus de licence et en CPGE plus dans le groupe fort que dans le faible. Ceci est cohérent avec l'observation réalisée ici.

I : Et là, tu peux essayer de me dire ce que tu as repéré qu'il avait fait, en quoi c'était plus intelligent que toi ?

L : Ben il avait, moi j'étais partie sur des vecteurs qu'étaient moins en rapport avec le... la question demandée [...]

parce que la relation de Chasles c'est bien sauf qu'on peut prendre... on peut faire ça avec beaucoup de vecteurs et on... on peut arriver beaucoup plus rapidement à une solution par exemple, on peut faire une page de calculs alors que le prof va le faire en deux lignes **si jamais on prend pas les vecteurs euh les vecteurs les plus astucieux euh on s'en sort pas**

I : Oui Mais t'as une idée... alors... là on peut essayer de creuser ça, les astuces qu'est-ce qui ... finalement, dans ta réflexion, est-ce que t'as... repéré en quoi c'était astucieux ?

L : Oui. Euh ben euh en fait, moi ce que je fais, c'est que je pars un peu au... je partais un peu au pif et j'essayais de m'en sortir alors que le prof lui, on... **part plus de la réponse et essaye de remonter** pour arriver à... à... donc ça va forcément être plus rapide. [...]

I : Puis bon je pense qu'il doit utiliser par exemple des orthogonalités parce que c'est toujours intéressant

L : Oui, oui, ben oui, c'est toujours plus facile, oui... Des orthogonalités que moi par exemple j'avais pas... j'avais pas fait attention, ou c'est... en fait, j'avais pas vues alors que quand on regarde bien et qu'on fait vraiment attention, on se dit ah ben oui c'était évident, c'est plus des choses comme ça

I : Et ça donc quand tu as retravaillé ce type d'exercices, cet exercice-là qui t'avais... tu te dis des choses comme ça ?

L : Après je regarde comment il a fait et j'essaie de partir un peu dans sa même logique, de remonter, alors **évidemment après la démonstration est pas toujours identique parce que j'essaie juste de partir dans le même sens que lui et c'est vrai que c'est plus rapide mais on va pas utiliser pas forcément exactement les mêmes vecteurs mais ça va être à peu près similaire**... Donc c'est ce que... c'est ce que je fais pour... pour essayer de m'en sortir

I : Et le professeur il vous en avait parlé de ça ou t'as trouvé ça toute seule ?

L : Oh non, j'ai trouvé ça toute seule, j'ai pas... ben le professeur lui, il fait son truc, il met la réponse et puis il passe à autre chose, il prend pas le temps de... forcément... ben sur le coup, on comprend, donc on pose pas de question mais après c'est vrai que ...enfin comprendre et savoir le refaire, c'est... c'est différent.

Ce long extrait montre successivement comment elle a rencontré le problème parce qu'elle a repris complètement par écrit l'exercice (deux autres élèves ont été interviewées sur le même contrôle, aucune n'a évoqué cette difficulté), dégagé une technique relativement élaborée (partir du but visé et faire intervenir dans les décompositions vectorielles des vecteurs sur lesquels portent des hypothèses) et vérifié l'efficacité de cette technique. On aura remarqué comment elle s'autorise à produire une solution non identique à celle du professeur mais de même esprit. Le contrôle lui a donné l'occasion d'utiliser ce qu'elle

avait ainsi appris. Selon ses dires[26], P0 n'avait rien explicité en classe sur cette technique, considérant sans doute que cette OM ancienne n'était plus un objet sensible dans S0.
Ce travail de Laura est un exemple significatif de ce que peut être l'étude au deuxième niveau sur-didactique, c'est la dimension Développement d'une OM ancienne qui est ici illustrée.

### *3.4.1 L'exemple d'un échec : Julien et l'étude du signe d'une fonction trigonométrique*

Julien a été interrogé après un contrôle sur la trigonométrie. Il a des difficultés avec l'étude de fonctions trigonométriques, plus précisément avec l'étude du signe de la dérivée :

> Julien : Ben en fait fallait, après fallait étudier le signe de... par exemple on a $2\cos x.(1 - 2\sin x)$ fallait calculer le signe de $2\cos x$ et de $1 - 2\sin x$... Et ben là j'y arrivais pas. J'avais... je savais pas comment fallait faire

Ayant essayé de reprendre seul cet exercice, il échoue mais ne profite pas de la séance suivante avec le professeur pour obtenir une aide puisque, comme nous l'avons vu, il ne demande que rarement des explications au professeur. Un autre exercice du même type est traité dans cette séance qui constitue une préparation au contrôle mais Julien ne progresse pas. En fait, il apparaît dans l'entretien que ce qu'il ne sait pas faire, c'est remplir le tableau donnant le signe du produit à partir des résultats de la résolution des deux inéquations $\cos > 0$ et $1 - 2\sin x > 0$.

> J : Mais même si j'arrive à la fin de l'inéquation, je sais pas comment remplir le tableau de signes

Il ne semble pas avoir construit (ou suffisamment construit) le lien dialectique entre les deux types de tâches en jeu : Résoudre une inéquation $f(x) > 0$ et Etudier le signe de $f(x)$. Ceci est envisageable : en Première S, les élèves travaillent régulièrement la technique consistant à ramener la résolution de l'inéquation à l'étude du signe, celle-ci s'obtenant avec ou sans étude du sens de variation ; par contre, le passage inverse est rare. Dans le contexte complexe des fonctions trigonométriques pour lesquels ce deuxième passage est en jeu, Julien ne réussit pas à revenir au signe de $1 - 2\sin x$ quand il a résolu l'inéquation $\sin x > 1/2$.

Or ce rapprochement entre les deux types de tâches est travaillé depuis la Seconde et concerne deux OM anciennes. On peut penser que le professeur n'a pas éprouvé le besoin de développer des commentaires sur ce point particulier, se concentrant plutôt sur le

[26] La méthodologie utilisée me prive de tout moyen de contrôle sur ce que P0 a dit en classe sur le sujet.

nouveau, c'est-à-dire les inéquations trigonométriques. Ainsi c'est en position E2 que Julien doit seul affronter cette ignorance (son père ingénieur à qui il a recours pour l'aider, n'est pas disponible), il n'y réussit pas et échoue de nouveau au contrôle sur ce type d'exercices.

**Julien me semble représentatif du sort des élèves en difficulté. Pour eux, le deuxième niveau sur-didactique est beaucoup plus développé que pour les autres** : pour certaines OM anciennes, ils n'ont pas construit au moment où ces OM étaient les enjeux de l'enseignement le rapport visé par S0 ; dans des situations didactiques ultérieures où ces OM sont sollicitées au service des OM nouvelles, ces élèves sont confrontés à ces " retards d'apprentissage " dont le rattrapage sollicite E2. **On peut raisonnablement faire l'hypothèse qu'en difficulté, ils sont encore moins que les autres susceptibles de poser le bon diagnostic et d'assumer la responsabilité auto-didactique associée.**

# Conclusions

### *Au niveau des institutions, quelle évolution du collège à la Première S ?*

Outillée par le modèle élaboré dans les sections I et II, je formulerai les conjectures suivantes relativement à l'évolution de l'enseignement des mathématiques entre collège et Première Scientifique.

*Au collège*, l'étude des objets de savoir, savoirs théoriques et OM, est prise en charge par P0 ; en particulier, pour les OM rencontrées, le temps est suffisant pour assurer en classe les principaux moments de l'étude. Les positions sur-didactiques E1 et E2 ne sont pas sollicitées pour les élèves qui, en classe, suivent le rythme, relativement lent, de l'enseignement et donc coopèrent pleinement à l'étude organisée par P0 (voir la thèse de C. Félix). Par contre, les élèves qui n'y parviennent que partiellement peuvent être confrontés à la nécessité de pallier ce " décrochage " en occupant la position E1. Ceux qui accumulent des difficultés sur les objets enseignés les voient réactualisées à l'occasion de certains exercices concernant les objets sensibles, le niveau sur-didactique transversal est alors pour eux passablement développé. Ceci revient à considérer que les élèves en difficulté en classe sont ceux qui devraient ensuite, à la maison, occuper des positions sur-didactiques nécessitant une autonomie dont ils sont vraisemblablement les moins dotés.

*En Première S*, le nombre d'OM objets d'étude augmente alors que le rythme du temps didactique réduit le développement de l'étude dans S0. Ceci a un double effet : d'une part, la partie du travail de E0 qui s'effectue a posteriori, en dehors de la classe, se développe et devient nécessaire pour des élèves qui n'en avaient pas besoin au collège ; d'autre part, pour de nombreuses OM, l'étude est succincte, son prolongement relève de E1. Par ailleurs, les OM anciennes à disposition des élèves se multiplient ; elles sont plus fréquemment sollicitées sous des formes qui nécessitent leur évolution, voire pour quelques-unes des débuts de structuration. E2 commence donc à être sollicité.

### *Au niveau des gestes d'étude préparant au contrôle, quelle évolution entre collège et lycée et quelles différences entre les élèves ?*

Dans les limites de l'échantillon étudié, j'avancerai les conjectures suivantes.

Les élèves moyens et bons se distinguent des faibles par le caractère plus systématique et plus rigoureux des gestes qu'ils accomplissent pour évaluer l'état de leur apprentissage à l'issue de la suite de séances pour lesquelles le contrôle représente une forme de clôture.

Les élèves se distinguent ensuite entre eux par ce qu'ils font pour se rendre capables de résoudre les exercices traités avec le professeur. Dans le prolongement du premier point, les élèves moyens et bons semblent viser une capacité à reproduire exactement la solution du professeur pour tous les exercices quand les faibles sont moins exigeants, travaillant seulement certains exercices et se contentant de gestes de lecture.

Majoritairement, les élèves sont captifs du corpus des exercices traités avec le professeur ; ils ont tous dit leur besoin de disposer de corrigés pour appuyer leur étude. Fort peu ont recours aux exercices corrigés proposés par le manuel ou autres outils parascolaires. Ceci leur rend extrêmement difficile l'investissement des niveaux sur-didactiques, particulièrement le développement du moment de travail de la technique (rencontré une seule fois). Par contre, un travail de décontextualisation et d'élaboration technologique peut s'appuyer sur les ressources issues de S0, constituant le milieu de l'étude aux niveaux 1 et 2 ; il semblerait que les bons élèves se différencient des moyens par leur capacité à développer cette dimension du travail personnel, à propos des OM sensibles ou anciennes.

### *Différenciation des niveaux didactique et sur-didactique : nécessité d'une reprise du travail*

Le point délicat qu'il faut encore travailler est celui de la frontière entre S0 et S1. Paradoxalement peut-être, il me semble que pour mieux différencier les positions E0, Elève-de et E1, Etudiant localement autonome, il est nécessaire de mieux caractériser les interventions de P0. Il s'agirait notamment de distinguer le rôle du professeur de celui des aides didactiques auxiliaires, manuels, livres parascolaires ou logiciels auxquels E peut avoir recours : Dans quelle mesure en recourant à tel système auxiliaire, E reprend-il une position E0 ? Dans quelle mesure, au contraire, ce système l'oblige-t-il à se situer en position E1, autrement dit à endosser une partie des responsabilités qui dans un système didactique d'enseignement sont prises en charge par P0 ? Telle est la piste de réflexion qu'il me paraît nécessaire d'explorer pour parfaire l'ajustement des pièces du puzzle présentées dans ce texte.

## Bibliographie


BAUTIER,E. ; CHARLOT, B. ET ROCHEX, J-Y. (1992), *Ecole et savoir dans les banlieues... et ailleurs*. Collection Formation des enseignants, Paris : Armand Colin

BAUTIER, E. ET ROCHEX, J-Y. (1998), L'expérience scolaire des nouveaux lycéens. Démocratisation ou massification ? Collection Formation des enseignants, Paris : Armand Colin

BAUTIER,E. et GOIGOUX, R. (2004), Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle, *Revue Française de Pédagogie*, 148, 89-100.

BONNERY, S. (2006), Construction des inégalités scolaires dans la confrontation des élèves à l'Ecole. " Elèves en difficulté " ou inégalités scolaires socialement situées, in Castela et Al. (eds) *Actes du Séminaire National de didactique des mathématiques-Année 2005,* IREM Paris 7, pp. 285-317.

BROUSSEAU, G. (1986), La relation didactique : le milieu, *Actes de la 4e école d'été de didactique des mathématiques,* pp. 54-68, éd IREM de Paris 7

BROUSSEAU, G. (1996), L'enseignant dans la théorie des situations didactiques, in Noirfalise, R. et al. (eds) *Actes de la 8e Ecole d'été de didactique des mathématiques –Saint Sauves d'Auvergne- 22-31 Août 1995*, IREM de Clermont-Ferrand, pp. 16-46.

BUTLEN, D. ET PEZARD, M. (2003), Etapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation en mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 23 (3), 41-78.

CASTELA, C. (2000), Un objet de savoir spécifique en jeu dans la résolution de problèmes : le fonctionnement mathématique. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 20 (3), 331-380.

CASTELA, C. (2004), Institutional influences on math students' private work viewed as contributing to differences of performance: a comparative study of two French higher education institutions. *Educational Studies in Mathematics* 57(1), 33-63.

CASTELA, C. (2006), Approche didactique des processus différenciateurs dans l'enseignement des mathématiques : l'exemple des apprentissages relatifs à la résolution de problèmes, in Rouchier et Al. *Actes de la XIII^e école d'été de didactique des mathématiques,* à paraître.

DE CERTEAU, M. (1980), *L'invention du quotidien. 1.Arts de faire.* Paris : Gallimard, Folio Essais n°146, 1990 ; rééd. 2002.

CHARLOT, B. (1997), *Du rapport au savoir. Eléments pour une théorie,* Paris : Anthropos.

CHARLOT, B. (1999), *Le rapport au savoir en milieu populaire. Une recherche dans les lycées professionnels de banlieue.* Paris : Anthropos.

CHEVALLARD, Y. (1992), Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12 (1), 73-112.

CHEVALLARD, Y. (2002), Organiser l'étude 1. Structures et Fonctions, in Dorier, J-L. et al. (eds) *Actes de la 11^e Ecole d'été de didactique des mathématiques –Corps - 21-30 Août 2001*, Grenoble : La Pensée Sauvage, pp. 3-22.

FELIX, C. (2002), *Une analyse comparative des gestes de l'étude personnelle : le cas des mathématiques et de l'histoire.* Thèse Université d'Aix-Marseille Sciences de l'Education

FELIX,C. et JOSHUA, J. (2002), Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude, *Revue Française de Pédagogie,* 141, 89-97.

GENESTOUX-ESMANJAUD, F. (2002a), Médiations entre la classe et le travail à la maison : le rôle des assortiments, in Assude, T. et Grugeon, B. (eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques-Année 2001*, Paris : Irem Paris 7, pp.153-176.

GENESTOUX-ESMANJAUD, F. (2002b), Les assortiments didactiques, *Actes de la 11e Ecole d'été de didactique des mathématiques –Corps - 21-30 Août 2001*, Grenoble : La Pensée Sauvage, pp. 3-22.

*21-30 Août 2001*, Grenoble : La Pensée Sauvage, pp. 177-186.

PERRIN-GLORIAN, M-J. (1993), Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans les " classes faibles ", *Recherches en Didactique des Mathématiques* 13 (1-2), 95-118.

ROBERT, A. ET ROGALSKI, M. (2002), Comment peuvent varier les activités mathématiques des élèves sur des exercices – le double travail de l'enseignant sur les énoncés et sur la gestion en classe, *Petit x* **60**, 6-25.

ROGALSKI, J. (2006), Piaget et Vygotski : apports croisés pour une approche développementale, in Castela C. et Houdement C. (eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques-Année 2005*, Paris : Irem Paris 7, pp.237-262.