UNE ETUDE DE L'AUTONOMIE EN MATHEMATIQUES DANS LA TRANSITION SECONDAIRE-SUPERIEUR

Pierre-Vincent **QUÉRÉ**
CREAD, UBO, France
pierre-vincent.quere@ac-rennes.fr

Résumé
Cet article accompagne le poster éponyme qui traite du thème de l'autonomie en mathématiques pour des étudiants débutant des études menant à un diplôme d'ingénieur. Quelle forme d'autonomie est réellement attendue ? Et quels sont les moyens proposés, et les moyens effectivement utilisés par les étudiants pour le développement de cette autonomie ? Nous étudions ces questions dans le cadre de l'approche anthropologique. Nous avons proposé un questionnaire et réalisé des entretiens avec des étudiants. L'analyse de ces données montre, tout d'abord, que les ressources ou dispositifs proposés sont variés, ce qui représente pour eux une réelle nouveauté. Néanmoins, dans les faits, les étudiants n'en apprécient et n'en utilisent qu'une partie et développent autour de ces propositions leurs propres stratégies de travail autonome.

Mots clés
Autonomie, classes préparatoires, ressources, transition secondaire-supérieur.

INTRODUCTION

Dans la formation d'un étudiant après le bac, la transition entre le secondaire et le supérieur représente un réel défi (Gueudet, 2008). À cette occasion en effet, les bouleversements auxquels il est amené à faire face sont de plusieurs ordres, que l'on peut catégoriser grossièrement : social, méthodologique, cognitif. Dans tous ces domaines, l'étudiant devra faire preuve d'une autonomie croissante et l'injonction à l'autonomie à laquelle il est soumis dans cette transition peut provenir de l'institution elle-même en se déclinant encore sous différents aspects : par exemple dans l'organisation du travail, dans l'utilisation de ressources nouvelles, ou encore, à l'échelle d'une discipline (ici en mathématiques) dans la prise d'initiative pour la résolution d'un problème.

Dans notre travail, nous nous sommes donc intéressé à des étudiants en début de parcours universitaire, plus précisément dans un Cycle Préparatoire Intégré (CPI) correspondant aux deux premières années de la formation au sein d'une école d'ingénieurs. Ce cursus est à distinguer des Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles (CPGE) qui correspondent au même niveau de formation, mais dans un lycée indépendant de la future école d'ingénieurs qui sera, en cas de succès, intégrée par l'étudiant après concours. L'organisation du travail personnel en CPGE a été l'objet récent de travaux (Farah, 2015) reprenant ceux de Castela au lycée (Castela, 2008). Nous nous situerons dans le prolongement de ceux-ci, en centrant notre questionnement sur l'autonomie, qui est en lien avec le travail personnel mais ne se limite pas à celui-ci.

QUESTION DE RECHERCHE ET CADRE THEORIQUE

Le point précis sur lequel nous allons étudier le thème de l'autonomie est celui des moyens utilisés pour parvenir à la développer, ce qui nous permet d'énoncer ici la question de recherche suivante : "Quelles sont les ressources, les dispositifs ou les supports à même d'aider le nouvel étudiant à développer ses capacités d'autonomie en mathématiques ?"
Le cadre que nous choisissons pour préciser le sens de cette notion d'autonomie dans le cas des mathématiques est la Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) (Chevallard, 2007). Dans cette théorie, nous nous intéressons plus précisément au concept de praxéologie (ou organisation mathématique) qui permet de modéliser toute activité, vue comme activité d'un sujet d'une certaine institution. Ce modèle est formé de quatre éléments $[T, \tau, \theta, \Theta]$ où T est un type de tâches, mis en relation avec des techniques τ, pour définir un bloc practico-technique (identifié couramment à un savoir-faire, ou une pratique) auquel nous allons nous intéresser. Nous admettons que seul un petit nombre de techniques sera reconnu par une institution donnée, ce qui en fait un outil adapté à notre travail.
Ce modèle nous permet également une étude de la transition secondaire-supérieur en terme d'autonomie. Étudier les praxéologies utilisées par l'institution peut amener à proposer une définition tenant compte de cette perspective institutionnelle : "l'autonomie, c'est être capable de développer par soi-même une technique adéquate pour effectuer un type de tâches, et de tenir un discours technologique cohérent associé". Nous reviendrons en conclusion sur sa pertinence.
La TAD permet ensuite de se placer à différents niveaux appelés "niveaux de codétermination didactiques" : celui d'une question, pour un exercice particulier (ou d'un thème) ; celui de la discipline mathématique (dans ce cas le type de tâches serait par exemple : "apprendre une démonstration", et une technique possible "recopier la démonstration" ou "refaire la démonstration sans la regarder"), mais aussi celui de la pédagogie (le type de tâches étant par exemple "organiser son travail personnel"). Rappelons ici tous les niveaux définis dans cette échelle :

sujet<>thème<>secteur<>domaine<>discipline<>pédagogie<>école<>société

Pour notre part, nous allons utiliser les praxéologies à plusieurs niveaux : celui d'un sujet, en observant comment les étudiants résolvent des exercices particuliers ; celui de la discipline, en regardant plus généralement comment ils organisent leur travail en mathématiques ; et celui de la pédagogie, concernant plus généralement leur travail en CPI. Nous allons tenter d'identifier à chaque niveau des types de tâches présents dans leur travail personnel. Pour cela, nous nous appuyons tout d'abord sur notre connaissance des étudiants, ainsi que sur le travail de Farah sur les CPGE (Farah, 2015) pour chercher à définir a priori une liste non exhaustive de types de tâches, répertoriés à partir des phases de travail personnel des étudiants.

METHODOLOGIE

Pour répondre à la question formulée, nous avons mis en place une enquête en deux temps sur le thème général de l'autonomie dans deux classes de CPI (première et deuxième année).
La première partie de notre enquête a consisté à faire réagir l'ensemble des 199 étudiants du CPI concerné sur un questionnaire général sur l'autonomie. Ce questionnaire en ligne, anonyme, comportait une partie "Autonomie et dispositifs institutionnels" qui était principalement axée sur la

formation en mathématiques. Il s'agissait d'avoir une première série de données relatives aux moyens les plus utilisés au lycée puis en CPI.
La suite de l'enquête a consisté à nous entretenir avec des étudiants volontaires (nous le leur avions proposé dans le questionnaire). Dans ces entretiens semi-directifs de type ethnologique, nous avons d'abord cherché à approfondir un ensemble de points toujours en rapport avec l'autonomie. De plus, quelques jours avant l'entretien individuel, nous avons remis aux étudiants une liste de trois exercices de mathématiques dans des domaines que nous avions repérés dans le questionnaire comme étant source de différentes mises en pratique de leur autonomie (utilisation de logiciels, travail à plusieurs) : la géométrie avec les nombres complexes, les équations différentielles et le calcul matriciel.

RESULTATS

Au niveau "Pédagogie"

Nous relevons ici deux types de tâches : "Organiser son travail personnel" et "Préparer une évaluation". Pour le premier, certainement moins présent au lycée, les professeurs cadrant plus le travail personnel à effectuer, les techniques utilisées sont "Se donner des moments pour reprendre le cours et les exercices" et "Se donner des moments de travail collectif". Pour le deuxième type de tâches, la technique essentiellement observée est "Reprendre les sujets des examens passés".
Les ressources associées à ce niveau sont donc le polycopié de cours et le travail entre pairs.

Au niveau "Discipline mathématique"

Un type de tâches pourrait être : "Choisir des exercices à faire" en remarquant que la notion d'exercice est centrale en mathématiques, ce qui n'est pas le cas dans d'autres disciplines. Ce type de tâches n'est certainement pas présent au lycée, car il s'agit seulement de faire les exercices donnés par le professeur. En CPI, on constate que les étudiants essayent de travailler de leur propre initiative certains exercices. Et selon les cas, diverses techniques apparaissent dans les réponses au questionnaire : "Refaire les exercices traités en TD" ; "Tenter de faire des exercices de la feuille de TD qui n'ont pas déjà été traités" ; "Chercher des exercices corrigés dans des ressources externes" ;
On peut encore définir un autre type de tâches à ce niveau : "Travailler une démonstration" ou "Apprendre un théorème". Là encore, il semble que ce type de tâches ne soit pas présent au lycée et la technique mise en place alors peut être "Faire des fiches" ou "Poser des questions au professeur".
Les ressources associées sont ici le polycopié des exercices, internet ou le professeur.

Au niveau "Sujet"

L'objectif est ici d'analyser les praxéologies mises en place par les étudiants en terme d'autonomie, dans une situation de résolution de problème, en nous basant sur le modèle des praxéologies présenté plus haut. L'activité que nous décidons d'analyser est la résolution de l'exercice suivant :
"Résoudre l'équation différentielle d'inconnue y suivante :

$$y''(t)-2y'(t)-8y(t)=\sin^2(t)$$

Le premier type de tâches relevé est ici "Identifier le type d'équation" qui peut engager une technique de type "Recherche dans un répertoire d'équations". Apparaît également un autre type de tâches que l'on peut dénommer : "Se souvenir de la méthode générale". La technique alors mise en place est de se tourner vers le polycopié de cours, ne serait-ce que pour vérifier avant de se lancer

dans les calculs. La deuxième possibilité est d'utiliser une de leurs fiches méthodes (rédigée à partir du cours).
Un deuxième type de tâches apparaissant ici est : "Rechercher une solution particulière", et c'est l'idée de la linéarisation de $\sin^2(t)$ qui représentait sans doute la plus grande difficulté de cet exercice. Là encore, en tant que technique, beaucoup ont utilisé leur cours qui contient une liste de seconds membres à connaître par cœur. Cependant, pour la formule de linéarisation, qui nécessite une réelle autonomie mathématique, il est opportun de constater que deux d'entre eux ont utilisé le moteur WOLFRAM ALPHA (qui permet d'obtenir des formules, et pas seulement d'effectuer des calculs).
Un troisième type de tâches peut être enfin mis en avant ici, que l'on peut dénommer "Effectuer les calculs". Pour tous les étudiants, la technique principale est de les effectuer à la main. A ce dernier type de tâches, on peut même en ajouter un ultime, celui de "Vérifier ses résultats". Seuls deux étudiants n'ont pas estimé nécessaire de le faire, et la technique la plus commune a été d'utiliser un logiciel ou une calculatrice.
Notons que certains étudiants n'ont pas hésité à se renseigner auprès de leurs camarades pour obtenir de l'aide, ce qui représente une technique mobilisable à tous les niveaux, et qu'ils ont tout fait pour parvenir à résoudre ce problème, en réfléchissant parfois sur plusieurs jours, ce qui représente également une technique possible ("Laisser passer du temps pour la réflexion").
Avec toutes les observations que nous avons relevées dans cette activité, pour laquelle le type de tâches peut être défini comme "résoudre une équation différentielle du second ordre à coefficient constant", nous pouvons donc conclure que les techniques utilisées se développent à l'interieur de plusieurs sous-niveaux en relation avec des sous-tâches. Tout d'abord, il leur faut connaître ou retrouver la méthode générale de résolution d'un tel problème. Pour cela une technique est de rechercher dans son cours ou ses fiches, ou bien éventuellement de se diriger vers une source extérieure comme internet ou un camarade.

DISCUSSION – CONCLUSION

Au moment de la transition secondaire-supérieur, c'est peut-être suite à la rencontre de premières difficultés que les étudiants mettent en place des nouvelles stratégies et méthodes d'apprentissage dans leur travail personnel. Ceci se passe à différents niveaux, et bien qu'ils utilisent diverses ressources et divers dispositifs, on peut y déceler différents degrés d'autonomie. En effet, certaines de ces ressources (polycopié notamment) peuvent être mises à leur disposition par l'institution, mais, certains étudiants les utilisent peu pour des raisons d'organisation personnelle. Ces ressources peuvent alors être d'une toute autre nature, comme par exemple l'aide précieuse d'un camarade ou d'un logiciel. Étudier les praxéologies développées par les étudiants peut amener à formuler une définition tenant compte de cette perspective institutionnelle : "l'autonomie, c'est être capable de développer par soi-même une technique adéquate pour effectuer un type de tâches, et de tenir un discours technologique cohérent associé".
Pour aller plus loin dans ce travail, nous pourrions chercher à identifier, toujours dans le cadre de la TAD, des parties du bloc technologico-théorique $[\theta, \Theta]$ développées au sein de l'institution et réellement utilisé par les étudiants dans les différents niveaux de codétermination mathématiques et didactiques. Ceci fournirait sans nul doute un aspect supplémentaire à notre analyse. De plus, nous tenons à souligner que le travail engagé ici ne saurait être considéré comme exhaustif, mais bien comme l'amorce de notre travail en thèse de doctorat.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CASTELA, C. (2008). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques, 28(83),* 135-182.

CHEVALLARD Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Eds.) *Sociedad, Escuela y Mathemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico* (pp.705-746). Universidad de Jaén, Espagne.

FARAH, L. (2015). *Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : point de vue des étudiants, point de vue des professeurs*. (Thèse de doctorat). Disponible sur https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01195875.

GUEUDET, G. (2008). Investigating the secondary-tertiary transition. *Educational Studies in Mathematics, 67(3),* 237-254.