Un méta-langage pour aider à la transition secondaire-université en mathématiques

De Vleeschouwer, Martine

Published in:
Un méta-langage pour aider à la transition secondaire-université en mathématiques

Publication date:
2012

Document Version
le PDF de l'éditeur

Communication individuelle

Local: 3806 Santé

L'université, lieu de savoir

transition secondaire-université, contrat didactique, méta-langage

Un méta-langage pour aider à la transition secondaire-université

De Vleeschouwer, Martine, Université de Namur (Belgique)

Résumé

A l'entrée de l'université, de nombreux étudiants éprouvent des difficultés d'adaptation. Nous avons analysé les difficultés rencontrées par des étudiants en termes de contrat didactique, à différents niveaux. Nous illustrons nos propos en nous focalisant sur les mathématiques en général et sur la notion de fonction en particulier. Nous nous penchons sur les dispositifs proposés par l'université de Namur pour aider les étudiants à entrer dans le contrat didactique aux différents niveaux. Ce faisant, un outil de la théorie anthropologique du didactique (l'échelle des niveaux de co-détermination didactique) nous suggère d'utiliser un méta-langage pour la notion de fonction à l'université dans un cours d'algèbre linéaire. L'utilisation de cet outil devrait pouvoir se généraliser à d'autres notions ou d'autres disciplines.

Introduction

Nous nous intéressons aux difficultés que rencontrent les étudiants lors de la transition secondaire-université. Ces difficultés sont d'ordres différents. Nous nous proposons de les aborder sous un regard institutionnel (Gueudet 2008) et de les interpréter en termes de contrat didactique, à différents niveaux. Nous particularisons nos propos aux mathématiques et à un certain niveau, nous parlons d'un cas particulier de fonctions que sont les formes linéaires. Nous commençons donc par un rappel de la notion de fonction en mathématique, à l'intention de tous les lecteurs non mathématiciens. Nous présentons ensuite la notion de contrat didactique que nous définissons à différents niveaux, établis à partir d'un outil de la théorie anthropologique du didactique : l'échelle des niveaux de co-détermination didactique (Chevallard, 2007). Dans une troisième partie, nous contextualisons notre approche en termes de contrat didactique à différents niveaux au cas des mathématiques en général et au cas plus particulier des formes linéaires. Enfin, nous présentons quelques exemples de dispositifs mis en place à l'université de Namur (Belgique) pour aider les étudiants dans les difficultés rencontrées lors de la transition aux différents niveaux établis. Plus spécifiquement, nous expliquons pourquoi l'utilisation d'un méta-langage peut aider les étudiants à entrer dans un nouveau contrat au niveau d'un savoir spécifique.

La notion de fonction en mathématiques

La notion de *fonction*, ou plus généralement la notion de *relation*, est fondamentale en mathématiques. Elle apparaît d'ailleurs très tôt (2000 ans avant J.-C.) dans l'histoire des mathématiques, à travers des tables de valeurs. Bien entendu, la notion de fonction a évolué à travers les âges. Les représentations qui lui ont été attribuées (et qui le sont encore) sont elles aussi diverses : tables de valeurs, représentation graphique, représentation ensembliste, expression analytique, images mentales,… Plus récemment dans l'histoire des mathématiques, la notion de fonction s'est précisée. Leibnitz (1646-1716) utilisait déjà une notation différente pour représenter une fonction « f » de l'image par cette fonction d'un point x : « $y = f(x)$ ». Pour suivre son idée, on peut associer une image mentale à une fonction f : une fonction peut être considérée comme une usine (ou une machine) dont les matières premières sont les éléments (souvent notés x_i) de l'ensemble de départ A, et les produits finis sont les éléments (souvent notés y_j) de l'ensemble d'arrivée B. Dans le cas d'une fonction déterminant l'aire d'un cercle à partir de son rayon, la matière première sont les différents rayons R (ou x) des cercles ; les produits finis étant constitués des surfaces S (ou y) calculées. A l'intérieur de l'usine (ou de la machine) chaque rayon R se voit attribuer une surface S par la formule « $S = \pi R^2$ » (ou « $y = \pi x^2$ »). On peut alors faire la distinction entre l'aire produite $A = f(R)$ (le produit fini), et le processus f (l'usine ou la machine) qui permet de produire l'aire d'un cercle à partir de son rayon. Cette distinction a été fondamentale pour la suite du développement de l'analyse en mathématique.

Après ces quelques rappels sur la notion de fonction qui nous serviront par la suite, nous nous intéressons maintenant à une analyse possible des difficultés rencontrées par les étudiants lors de la transition secondaire-université : une analyse en termes de contrat didactique. C'est cette dernière notion que nous présentons dans la section suivante.

Contrat didactique, institutions et transition secondaire-université

La notion de contrat didactique a été introduite par Brousseau (1986), pour décrire un système de règles, souvent implicites, impliquant les étudiants et l'enseignant, à propos d'un objet de savoir particulier. Une autre interprétation du contrat, pertinente dans notre étude, est formulée en termes de partage de responsabilités, par rapport à la connaissance, entre les étudiants et l'enseignant :

> Alors se noue une relation qui détermine — explicitement pour une part, mais surtout implicitement — ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre. Ce qui nous intéresse ici est le contrat didactique, c'est-à-dire la part de ce contrat qui est spécifique au « contenu » : la connaissance mathématique visée. (Brousseau 1998, p. 61)

Sous cet angle, on peut affirmer que, quand un étudiant entre à l'université, « le contrat didactique n'est plus le même ». Plusieurs auteurs adoptent ce point de vue pour étudier les difficultés des étudiants débutants (Bloch, 2005 ; Grønbæk, Misfeldt & Winsløw, 2009). Cependant, les caractéristiques du contrat identifiées sont souvent très générales : les étudiants doivent montrer une plus grande autonomie, ils doivent être en mesure de développer des raisonnements impliquant des cadres différents (Douady, 1987), etc. Ces caractéristiques concernent des attentes institutionnelles générales et non un contenu mathématique particulier.

Les travaux de Chevallard (2007) peuvent nous aider à éclairer ce dernier point. Selon cet auteur, un sujet, dans une institution, rencontre une certaine connaissance mathématique. L'institution façonne cette connaissance en une organisation mathématique, ou praxéologie, qui se compose de quatre composantes : un type de tâches, une technique pour accomplir ce type de tâches, une technologie qui est un discours justifiant la technique, et une théorie. Les organisations mathématiques existent à différents niveaux, du plus particulier au plus général. Pour préciser ces niveaux, nous faisons référence à l'échelle de niveaux de co-détermination didactique introduite par Chevallard (2007) et présentée à la Figure 14. Nous la commentons brièvement à l'aide d'un exemple : dans notre *Civilisation* et dans la *Société* occidentale, différentes *Écoles* existent. Nous nous concentrons dans cet article sur l'Université en particulier (post-secondaire). Différentes *Pédagogies* sont mises en places dans des universités différentes, voir même à l'intérieur d'une même université. Citons par exemple la séparation des cours théoriques, donnés à des grands groupes en amphi, et des travaux dirigés (TD), donnés en plus petits groupes dans des classes. Différentes *Disciplines* sont enseignées à l'université : les mathématiques, la physique, les sciences économiques, les langues,… Une même *discipline* comporte divers *Domaines*. En mathématiques par exemple, on peut citer les *domaines* de la géométrie, de l'algèbre, des probabilités,… Dans le *domaine* de la géométrie, divers *Secteurs* sont présents, tels la géométrie euclidienne, la géométrie analytique, la géométrie projective,… En étudiant un secteur particulier tel la géométrie analytique par exemple, on traite de divers *Thèmes* comme par exemple les repères (axes et unités de référence), les droites, les coniques,… Pour un *thème* particulier comme les repères, plusieurs *Sujets* peuvent intervenir. En effet, tous les repères du plan ou de l'espace n'ont pas nécessairement leurs axes orthogonaux ; l'orthogonalité peut donc être considérée comme un *sujet* du *thème* des repères. Bien entendu, la répartition de ce qui relève d'un *domaine*, d'un *secteur* d'un *thème* ou d'un *sujet* est flexible et certainement pas unique. Nous y reviendrons par la suite.

Échelle de co-détermination didactique	*Illustration d'une partie de l'échelle dans un cas particulier*
Civilisation ⇕ Société ⇕ Ecole ⇕ Pédagogie ⇕ Discipline ⇕ Domaine ⇕ Secteur ⇕ Thème ⇕ Sujet	Université ⇕ Séparation Cours-TD ⇕ Mathématiques ⇕ Géométrie ⇕ Géométrie Analytique ⇕ Repère ⇕ Orthogonalité

Figure 14: Echelle des niveaux de co-détermination didactique (Chevallard 2007) et un exemple d'illustration pour une partie de l'échelle

Dans cette perspective, nous distinguons plusieurs niveaux de contrat dans une institution donnée :

- - Un contrat général, indépendant de toute connaissance (Sarrazy, 2005, l'appelle le contrat pédagogique). Par exemple, à l'université, dans certains pays, la présence au cours n'est pas obligatoire ; la prise de notes est sous la responsabilité des étudiants, etc. On peut dire qu'un tel contrat se situe dans l'échelle proposée par Chevallard, au niveau de l'*école* ou de la *pédagogie* (voir Figure 14)
- - Un contrat didactique concernant la *discipline* mathématique (en général) dans l'institution. Par exemple, à l'université, un langage formel est utilisé en mathématique, des preuves rigoureuses sont présentées, etc.

- Un contrat didactique concernant un contenu particulier, concernant des notions mathématiques spécifiques. On se situe alors davantage au niveau des *secteurs, thèmes* et *sujets* dans l'échelle de Chevallard.

Ces distinctions étant établies, nous sommes maintenant en mesure de préciser la question principale sur laquelle nous nous pencherons dans cet article : est-il possible d'aider les étudiants à entrer dans le nouveau contrat aux différents niveaux, et comment ? Nous étudierons plus particulièrement cette question dans la *discipline* mathématique et dans le contexte d'un cas particulier de fonctions en algèbre linéaire : les formes linéaires.

Nous identifions tout d'abord les caractéristiques du contrat didactique à l'université, correspondant aux différents niveaux identifiés, dans les contextes que nous venons de préciser.

Contrat didactique institutionnel et notion de fonction en algèbre linéaire

Nous ne considérons pas ici le contrat au niveau général, mais nous commençons par le niveau du contrat didactique spécifique à la *discipline* mathématique. En examinant différents travaux de recherche concernant la transition (Praslon, 2000 ; Bloch, 2005 ; Bosch et al., 2004 ; Winsløw, 2008), nous identifions les difficultés suivantes des étudiants, comme correspondant à des changements de contrat didactique au niveau de la discipline mathématique, entre l'institution « enseignement secondaire » et l'institution « université » :

- - des difficultés à construire des exemples ;
- - des difficultés à travailler dans des cadres différents, en passant d'une représentation à une autre ;
- - des difficultés liées à l'utilisation d'un langage formel et symbolique : ce que Dorier, Robert, Robinet et Rogalski (1997) nomment « l'obstacle du formalisme » ;

- des difficultés à travailler au niveau technologico-théorique (Chevallard 2007) ; en particulier, des difficultés à produire un discours justifiant une technique.

Selon les auteurs mentionnés ci-dessus, à l'université, l'étudiant a généralement la charge de ces questions qui étaient sous la responsabilité de l'enseignant à l'école secondaire.

A un niveau plus spécifique, nous centrons notre propos sur l'algèbre linéaire et les formes linéaires (cas particulier de fonctions). Nous déduisons les règles du contrat didactique par le biais de l'analyse de manuels en nous concentrant sur le *secteur* de la dualité dans le *domaine* de l'algèbre linéaire. Nous ne rentrons pas ici dans les détails mathématiques concernant la dualité ; le lecteur intéressé pourra consulter (De Vleeschouwer, 2010). On a ainsi pu constater une modification importante : plusieurs concepts, en algèbre linéaire, peuvent changer de statut, selon le contexte. Par exemple, une matrice peut être considérée comme représentant une application linéaire dans des bases données ; elle peut aussi être considérée comme un élément d'un espace vectoriel. Une fonction peut être vue à la fois comme un processus agissant sur des objets donnés (comme décrit dans la première section), et à la fois comme un élément d'un ensemble appelé espace vectoriel. Ce dernier exemple est crucial en dualité (algèbre linéaire), où les étudiants auront à déterminer le dual d'un espace vectoriel donné qui n'est autre qu'un ensemble de formes linéaires. En Belgique, où notre étude a lieu, les étudiants rencontrent les matrices et les fonctions à l'école secondaire. Mais dans cette institution, les matrices et les fonctions ne sont pas considérées comme des éléments d'un ensemble. À l'université, l'étudiant doit être capable de basculer entre les deux statuts qui ne sont par ailleurs pas explicitement présentés.

Nous présentons maintenant quelques exemples de dispositifs mis en place à l'université de Namur pour aider les étudiants à entrer dans un nouveau contrat, tant au niveau des mathématiques qu'à un niveau de savoir particulier, à savoir les formes linéaires.

Aider les étudiants à entrer dans un nouveau contrat en mathématiques : quelques exemples à l'université de Namur

Dans cette partie, nous nous concentrons sur des étudiants inscrits en première année de mathématiques à l'université de Namur. Ils ont, dès la première année d'université, un cursus qui leur est propre. Lors de leur première année, leur programme comporte des aides pour l'entrée dans le nouveau contrat tant au niveau de la discipline mathématique qu'au niveau de contenus particuliers ; nous particulariserons ce dernier niveau dans le cas des formes linéaires qui sont des cas particuliers de fonctions.

Au niveau de la discipline mathématique

Pour aider les étudiants à appréhender les nouvelles exigences au niveau de la *discipline* mathématique, l'université de Namur a intégré dans le programme de la première année de bachelier en mathématique des travaux de groupe, un cours d'introduction à la démarche mathématique et l'organisation d'une remédiation baptisée opération tremplin. Nous les explicitons brièvement ci-après.

Les travaux de groupe

Un travail de groupe consiste à soumettre à des groupes de 4-5 étudiants un questionnaire qui peut porter sur une matière théorique non abordée au cours ou en exercices, ou qui peut consister en un problème non trivial à résoudre. Les étudiants disposent d'un délai de 5 à 6 semaines pour rendre un rapport écrit comportant les solutions des énoncés proposés. L'horaire hebdomadaire des étudiants ne comporte pas de plage spécifique pour y travailler. Ils ont la possibilité, parfois l'obligation, de consulter un assistant en charge du travail au cours des cinq à six semaines que dure le travail de groupe. Quatre travaux de groupe sont proposés en première année, chacun d'eux concernant un cours différent du cursus : analyse, algèbre, probabilité et géométrie.

Ces travaux de groupe sont l'occasion de travailler la construction d'exemples ou encore la variation de cadres dans lesquels des notions mathématiques sont utilisées. Il s'agit là d'aspects qui, comme nous l'avons mentionné plus haut, ont été relevés comme problématiques lors de la transition secondaire-université.

Le cours d'introduction à la démarche mathématique

Dès la réforme des programmes en vue d'une harmonisation européenne (Bologne 2004), l'université de Namur a introduit dans le cursus de la première année de bachelier en mathématique un cours d'Introduction à la Démarche Mathématique (IDM) (De Vleeschouwer & Thiry 2011). Ce cours a pour but d'expliciter le langage mathématique formel utilisé systématiquement dans leur cursus, tant au niveau des symboles que de la syntaxe. Ce cours d'IDM répond ainsi à l'obstacle du formalisme (Dorier 1997) mis en évidence par des chercheurs en didactique des mathématiques. De par sa conception, le cours d'IDM permet aussi de faire des liens entre différents cours du cursus des étudiants et favorise ainsi les passages d'un cadre à l'autre pour une même notion mathématique. Ces différentes flexibilités font partie du nouveau contrat en vigueur à l'université au niveau de la discipline mathématique.

L'opération tremplin

L'université de Namur a mis en place un dispositif, baptisé « opération tremplin », ayant pour but d'aider les étudiants de première année dans leur entrée à l'université. Ce dispositif consiste à proposer des séances de remédiation aux étudiants, en réponse à une demande de leur part, résultant d'une difficulté rencontrée. Ces séances, appelées aussi séances tremplin, sont proposées à raison quatre heures par semaine pour les étudiants en première année de bachelier en mathématique. Lors des séances tremplin, une attention particulière est portée sur le travail du bloc technologico-théorique des organisations mathématiques. Pour plus de détails sur cette opération, le lecteur peut consulter (De Vleeschouwer 2008).

Au niveau d'un savoir particulier

Nous avons constaté (De Vleeschouwer 2010) que, dans l'institution université, une fonction peut changer de statut selon le contexte considéré. Dans le contexte de la dualité algébrique, on travaille avec des fonctions particulières, appelées formes linéaires. Dans ce contexte mathématique, différents statuts d'une forme linéaire peuvent être présents dans une même tâche. Nous ne rentrerons pas dans les détails mathématiques, mais on peut considérer, dans le cas de la dualité en algèbre linéaire, qu'une forme linéaire φ combine deux statuts :

- - le statut de *processus opérant sur des éléments* d'un ensemble de départ (cet ensemble est appelé espace vectoriel E). L'image mentale qui peut être associée à φ est alors celle de l'usine ou de la machine comme expliqué dans la première partie de cet article. On considère alors explicitement l'espace de départ, d'arrivée et la transformation effectuée ;

- le statut d'*un élément d'un ensemble* (l'espace vectoriel dual de E, noté E'). En effet, les formes linéaires (fonctions) peuvent être rassemblées dans un ensemble (noté E') auquel on associera certaines propriétés. Ce faisant, l'image mentale associée à φ n'est plus celle d'une usine ou d'une machine fonctionnant avec des matières premières et produisant des produits finis, mais seulement un point (élément d'un ensemble).

Cette combinaison de statuts peut être considérée comme un aspect du contrat didactique institutionnel, au niveau d'un contenu particulier. « Une forme linéaire est un processus, et un élément d'un ensemble (espace vectoriel), et les étudiants doivent être capables de passer d'un statut à l'autre » est une règle de ce contrat. Cette règle reste implicite, et ce changement de statuts engendre des difficultés pour les étudiants. Dans le dispositif d'enseignement que nous avons conçu, nous avons choisi de rendre cette règle explicite pour les étudiants.

A cette fin, nous introduisons un vocabulaire spécifique, présenté aux étudiants lors de l'enseignement proposé durant les sessions tremplin. Ce vocabulaire peut être considéré comme un méta-langage proposé aux étudiants (Robert & Robinet 1996). Du point de vue du chercheur, il est en relation directe avec les niveaux introduits par Chevallard (2007) dans son échelle des niveaux de co-détermination didactique. Nous développerons ce point après avoir présenté le vocabulaire spécifique que constituent les niveaux *micro* et *macro*.

Nous disons qu'une forme linéaire φ est considérée au *niveau micro* lorsqu'elle est considérée en tant que processus opérant sur des éléments d'un ensemble de départ (appelé espace vectoriel E) et à valeurs dans un ensemble d'arrivée (appelé le champ K). Nous expliquons aux étudiants que ce choix de vocabulaire est une métaphore, indiquant que φ est perçue « en détail », ce qui permet d'observer par exemple la transformation qu'elle opère sur les différents éléments (appelés vecteurs) de l'ensemble de départ E. A ce niveau, on peut considérer différentes notions mathématiques associées aux formes linéaires : le noyau, l'image, le rang, etc. On peut en avoir une représentation imagée, présentée à la Figure 15. L'image mentale qui peut y être associée est celle de l'usine ou de la machine, c'est-à-dire un processus transformant des matières premières en produits finis.

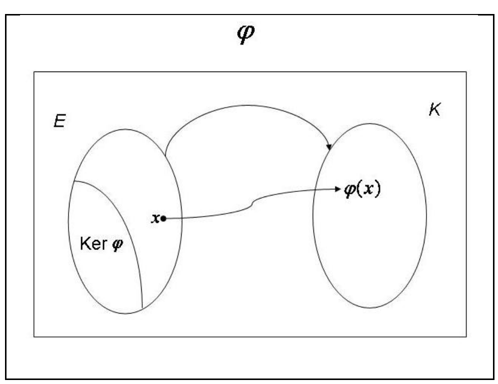

Figure 15 : Exemple de niveau micro d'une forme linéaire

Nous disons qu'une forme linéaire φ est considérée au *niveau macro* lorsqu'elle est considérée comme un élément d'un ensemble (un espace vectoriel de fonctions, noté E'). Si l'on considère de la sorte d'autres formes linéaires φ_i définies sur le même espace de départ E, et qu'on les rassemble dans un ensemble auquel on ajoute certaines caractéristiques (des lois d'addition et de multiplication par un scalaire), on obtient alors un ensemble (espace vectoriel) qui n'est autre que le dual de E, noté E'. Les formes linéaires φ_i considérées ont alors le statut d'élément d'un ensemble (espace vectoriel). L'image mentale qui peut alors y être associée est celle d'un point, élément d'un ensemble. Sous ce statut, on peut considérer différentes notions mathématiques associées aux formes linéaires, différentes de celles qui leur étaient associées sous le statut précédent : vecteur, base, coordonnées, etc. Nous parlons là d'un niveau macro. La Figure 16 en offre une représentation imagée.

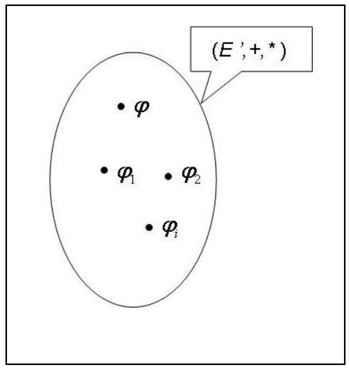

Figure 16 : Exemple de niveau macro d'une forme linéaire φ

Dans les deux niveaux présentés (micro-macro), il s'agit bien entendu du même objet φ « forme linéaire », mais considéré sous des statuts différents. Ce changement de statut, et a fortiori une combinaison de ces deux statuts (présents dans une même tâche), ne va pas de soi pour les étudiants ; nous estimons que la distinction explicite entre niveaux micro et macro peut les aider à faire cette distinction, et à prendre en compte, pour l'objet « forme linéaire » les notions afférentes (rang, image, vecteur, base, etc) selon le statut considéré. Ainsi, on peut interpréter les niveaux micro et macro comme une explication de règles habituellement implicites dans le contrat. Cette explicitation rendue possible grâce au méta-langage utilisé peut donc être considérée comme une aide à l'entrée dans le nouveau contrat.

Du point de vue du chercheur, les niveaux micro et macro proposés pour les formes linéaires correspondent à l'appartenance de l'objet « forme linéaire » à différents *secteurs* du *domaine* de l'algèbre linéaire, en référence à l'échelle des niveaux de co-détermination didactique de Chevallard (voir Figure 14). La Figure 17, davantage commentée dans (De Vleeschouwer 2010), présente la carte conceptuelle institutionnelle de la dualité (secteur de l'algèbre linéaire dans lequel les formes linéaires peuvent combiner les deux statuts identifiés dans une même tâche) élaborée à partir du polycopié d'algèbre linéaire à Namur. On peut considérer que les encadrés de cette figure correspondent à différents *secteurs* de l'algèbre linéaire. On peut y voir que les formes linéaires peuvent intervenir comme *thème* ou *sujet* à la fois du secteur des applications linéaires et du secteur dualité. Selon le secteur considéré, les *sujets* associés aux formes linéaires seront différents. Il est bien entendu impensable d'utiliser les termes de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard 2007) lors de l'enseignement de la dualité. C'est pourquoi le vocabulaire « niveau micro » et « niveau macro » a été explicitement présenté aux étudiants.

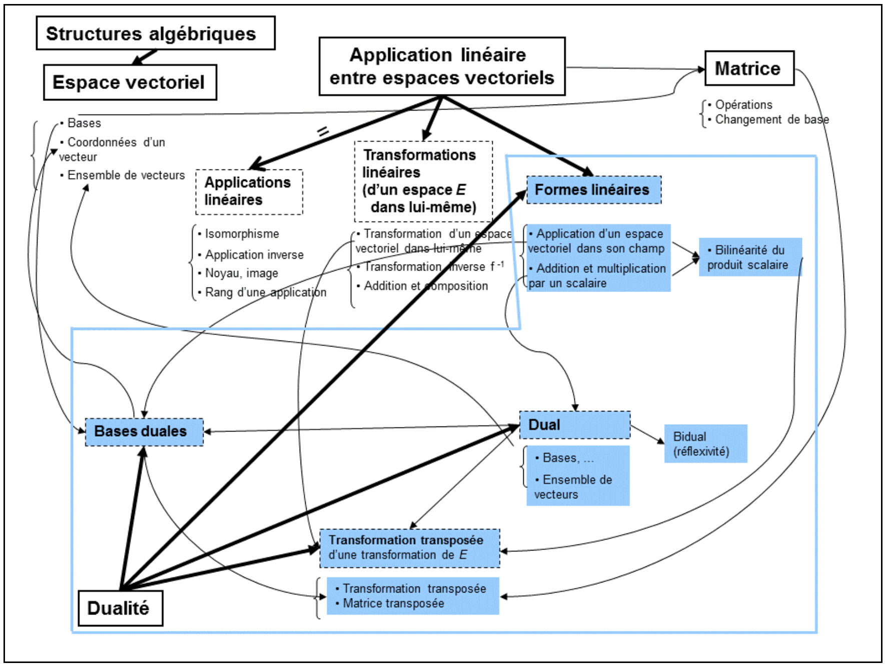

Figure 17: Carte conceptuelle institutionnelle de la dualité élaborée à partir du polycopié d'algèbre linéaire à Namur

Nous avons inséré l'utilisation de ce méta-langage dans un dispositif d'enseignement plus général sur la dualité en algèbre linéaire. Un questionnaire d'évaluation a été proposé aux étudiants et analysé afin d'essayer de mesurer l'impact de ce dispositif sur l'entrée des étudiants dans le nouveau contrat aux différents niveaux établis ; plus de détails peuvent être obtenus en consultant (De Vleeschouwer 2012). Les résultats sont très encourageants. Le méta-langage continue d'ailleurs d'être proposé aux étudiants de première année en bachelier mathématique à l'université de Namur.

Conclusions et perspectives

Afin d'essayer d'analyser les difficultés rencontrées par les étudiants lors de la transition secondaire-université, nous avons tenté de présenter des règles du contrat didactique en vigueur à l'université en nous concentrant sur les mathématiques. Sur la base de travaux de recherche antérieurs et d'une analyse de manuels, nous avons identifié des règles du contrat à différents niveaux : certaines de ces règles correspondent à des notions précises, comme des formes linéaires, tandis que d'autres concernent plus généralement les mathématiques.

Au niveau de la discipline mathématique, nous avons brièvement présenté différents dispositifs d'enseignement mis en place à l'université de Namur pour aider les étudiants à entrer dans ce nouveau contrat. Remarquons que l'objectif de ces dispositifs n'est certes pas de modifier le contrat en réduisant la part de responsabilité des étudiants. Au niveau d'un contenu particulier (les formes linéaires), nous avons choisi de rendre explicite une règle généralement implicite en introduisant un méta-langage (micro/macro) pour les étudiants. Nous ne prétendons pas que toutes les règles doivent être explicitées. Certaines règles du contrat doivent rester implicites. Ce paradoxe est une condition essentielle pour l'apprentissage (Brousseau, 1998). En utilisant le méta-langage « micro-macro », nous n'avons pas seulement dévoilé une règle impliquant les formes linéaires ; nous avons contribué à sensibiliser les étudiants aux différents statuts que peuvent revêtir les objets mathématiques à l'université, ainsi qu'à la nécessité de changement de statut selon le contexte. Le méta-langage rend explicite cette nouvelle responsabilité.

Nous tenons à souligner la place importante qu'a prise l'échelle des niveaux de co-détermination didactique (Chevallard 2007) dans notre étude : elle nous a été d'une aide précieuse pour analyser les organisations mathématiques concernant le savoir particulier sur lequel nous nous sommes concentrée (les formes linéaires).

Les différents statuts que peuvent revêtir conjointement un même objet de savoir s'expliquent par une appartenance de l'objet de savoir à différents secteurs, voir différents domaines. Cela nous a suggéré l'introduction d'un méta-langage à destination des étudiants de manière à rendre explicite une des règles du contrat didactique institutionnel au niveau de ce contenu particulier.

Nous pensons que l'échelle des niveaux de co-détermination didactique peut aussi être utilisée pour d'autres savoirs particuliers en mathématiques, ainsi que dans d'autres disciplines que les mathématiques. Il serait également intéressant d'analyser la manière dont certains objets de savoir sont présentés et utilisés dans des disciplines différentes, que ces savoirs soient mathématiques (vecteurs, graphiques,…) ou pas.

Bibliographie

Bloch I. (2005) *Quelques apports de la théorie des situations à la didactique des mathématiques dans l'enseignement secondaire et supérieur*. Habilitation à diriger des recherches. Paris : Université Paris VII.

Bosch M., Fonseca C., Gascon J. (2004) Incompletud de las organizaciones matematicas locales en las instituciones escolares. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 24(2/3), 205–250.

Brousseau G. (1986) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des mathématiques* 7(2), 33–115.

Brousseau G. (1998) *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

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

De Vleeschouwer M. (2008) Aider les étudiants à entrer dans un nouveau contrat didactique institutionnel en mathématiques? L'exemple de l'opération tremplin à l'université de Namur. *Actes du Ve Colloque Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur*. Brest : TELECOM Bretagne.

De Vleeschouwer M. (2010) *Enseignement à l'Université, perspective institutionnelle et contrat didactique : le cas de la dualité en algèbre linéaire*. Thèse de doctorat. Namur : Presses universitaires de Namur.

De Vleeschouwer M. (2012) Un méta-langage pour aider à la transition secondaire-université. *Actes du Colloque Espace Mathématique Francophone*. Genève : Université de Genève (à paraître).

Dorier J.-L., Robert A., Robinet J., Rogalski M. (1997) L'algèbre linéaire : l'obstacle du formalisme à travers diverses recherches de 1987 à 1995. In Dorier J.-L. (Ed.) *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question* (pp. 105–147). Grenoble : La Pensée Sauvage.

Douady R. (1987) Jeux de cadres et dialectique outil/objet, *Recherches en didactique des mathématiques* 7(2), 5–32.

Grønbæk N., Misfeldt M., Winsløw C. (2009) Assessment and contract-like relationships in undergraduate mathematics education. In Skovsmose O. et al. (Eds.) *University science and Mathematics Education. Challenges and possibilities* (pp. 85-108). New York: Springer Science.

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

Praslon F. (2000) *Continuités et ruptures dans la transition Terminale S / DEUG Sciences en analyse. Le cas de la notion de dérivée et son environnement*. Thèse de doctorat. Paris : Université Paris 7.

Robert A., Robinet J. (1996) Prise en compte du méta en didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques* 16(2), 145–177.

Sarrazy B. (1995) Le contrat didactique. *Revue Française de pédagogie* 112 (Note de synthèse), 85–118.

Winsløw C. (2008) Transformer la théorie en tâches : la transition du concret à l'abstrait en analyse réelle. In Rouchier A. et Bloch, I. (Eds.) *Perspectives en didactique des mathématiques. Cours de la XIIIième école d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.