

La problématique de l'évaluation et de la régulation : apports de la TAD

The issue of evaluation and regulation: contributions of the ATD

Brigitte Grugeon-Allys ¹

Laboratoire de didactique André Revuz, Université Paris-Est-Créteil, France

<https://orcid.org/0000-0002-9769-8219>

Julia Pilet ²

Laboratoire de didactique André Revuz, Université Paris-Est-Créteil, France

<https://orcid.org/0000-0003-2698-2666>

Résumé

Dans cet article, nous étudions en quoi la TAD permet de faire évoluer la problématisation de l'évaluation des apprentissages et de la régulation de l'enseignement. En effet, ces questions étaient principalement abordées dans une approche psycho-cognitive, sans prendre en compte l'assujettissement de l'élève à une institution et la nécessité d'évaluer les rapports personnels à un savoir donné confrontés au rapport institutionnel, à différents niveaux de codétermination. Nous étudions les potentialités d'une analyse praxéologique des tâches, et plus particulièrement au niveau technologico-théoriques, au regard d'une étude épistémologique du domaine de savoir pour d'une part, caractériser des évaluations valides (Grugeon-Allys et Grapin, à paraître) et d'autre part, décrire les praxéologies à enseigner, enseignées et apprises (Grugeon-Allys et al., 2012). De la mise en relation de ces praxéologies, nous dégagons des aspects épistémologiques à travailler par les élèves pour organiser la régulation de l'enseignement en fonction de leurs besoins d'apprentissages (Pilet, 2015 ; Grugeon-Allys, 2016).

Mots-clés : Théorie Anthropologique du Didactique, Évaluation, Niveaux de codétermination.

¹ - brigitte.grugeon-allys@u-pec.fr

² Laboratoire de didactique André Revuz, Université Paris-Est-Créteil, France - julia.pilet@u-pec.fr

Abstract

In this article, we study how TDA impacts the problematization of the evaluation of learning and the regulation of teaching. Indeed, these questions were mainly addressed in a psycho-cognitive approach, without taking into account the student's subordination to an institution and the need to evaluate personal relationships with a given knowledge confronted with the institutional relationship, at different levels of co-determination. We study the potentialities of a praxeological analysis of tasks, and more particularly at the technological-theoretical level, with regard to an epistemological study of the field of knowledge, on the one hand, to characterize valid evaluations (Grugeon-Allys and Grapin, to be published) and on the other hand, to describe the praxeologies to be taught, taught and learned (Grugeon-Allys et al. 2012). From the linking of these praxeologies, we identify epistemological aspects to be worked on by the students in order to organize the regulation of teaching according to their learning needs (Pilet, 2015; Grugeon-Allys, 2016).

Keywords: Anthropological Theory of Didactics, Evaluation, Levels of codetermination.

La problématique de l'évaluation et de la régulation : apports de la TAD

Notre contribution se situe dans l'axe 1 et interroge les apports de la théorie anthropologique du didactique pour faire évoluer la problématisation de l'évaluation des apprentissages et de la régulation de l'enseignement. En quoi la TAD permet-elle d'interroger les approches psychologique et cognitive de l'évaluation, souvent très présentes dans les travaux sur l'évaluation ? En quoi la TAD permet-elle d'étudier la validité de l'évaluation des acquis des élèves, question déjà abordée par Yves Chevallard (2007) ? En quoi la TAD permet-elle de modéliser le profil d'un élève, d'une classe (Grugeon, 1997 ; Grugeon-Allys et al. 2012) et des parcours d'enseignement (Pilet, 2015) ? Ces études nous amènent à dépasser les usages classiques de la TAD, à travers d'une part, la prise en compte du cognitif et d'élèves spécifiques et d'autre part l'étude de la régulation de l'enseignement compte tenu des besoins d'apprentissages des élèves repérés après évaluation. Quelles sont les potentialités et les limites des usages de la TAD pour aborder de telles questions ?

Nous présentons d'abord les potentialités de la TAD pour une approche multidimensionnelle de la problématique de l'évaluation. Dans une seconde partie, nous nous centrons sur la validité d'une évaluation. Dans une troisième partie, nous développons les apports de la TAD pour modéliser le profil d'un élève et d'une classe spécifiques et de parcours d'enseignement différencié avant de proposer des perspectives de recherche.

Les potentialités de la TAD dans une approche multidimensionnelle de la problématique de l'évaluation

Approche multidimensionnelle de la problématique de l'évaluation

Nous abordons la problématique de l'évaluation dans une approche cognitive puis anthropologique.

Un élève est d'abord un sujet cognitif. Il s'engage dans un processus d'apprentissage relatif à un savoir et peut être confronté à des obstacles d'ordre épistémologique et/ou didactique pendant l'enseignement qu'il reçoit. Évaluer les connaissances et les compétences de l'élève nécessite une étude de l'apprentissage sur un champ conceptuel. Nous reprenons à notre compte ce qu'écrit Gérard Vergnaud : « étudier l'apprentissage d'un concept isolé ou d'une technique n'a pratiquement pas de sens » (Vergnaud, 1986, p. 28).

Plusieurs didacticiens, en particulier, Yves Chevallard (1988, 2007), Brigitte Grugeon (1997, 2012), Michèle Artigue et Carl Winslow (2010) ont interrogé la problématique de l'évaluation dans le cadre de la TAD (Chevallard, 1992, 1999). Cet ancrage conduit à situer l'élève et l'enseignant comme sujets d'une institution. En effet, chaque élève est assujéti aux institutions dans lesquelles il apprend ou a appris, les savoirs étant relatifs aux institutions. Le rapport personnel d'un élève à un savoir donné, dans une institution donnée, se construit relativement au processus de transposition didactique qui dépend des programmes scolaires définissant le rapport institutionnel au savoir enseigné. C'est avec ce point de vue que Grugeon (1997) a remis en question l'origine des difficultés des élèves dans la transition lycée professionnel / général : les difficultés des élèves ne sont pas seulement d'ordre cognitif mais peuvent relever de décalages entre les rapports institutionnels dans la transition entre deux institutions.

La TAD se propose alors comme un outil de modélisation et d'analyse des praxéologies mathématiques apprises par les élèves, par rapport aux praxéologies mathématiques visées dans une institution donnée, compte tenu des assujétissements implicites que toute institution porte sur les pratiques qu'elle abrite. En effet, les praxéologies mathématiques et didactiques sont co-déterminées par une hiérarchie de niveaux didactiques (de la discipline d'études aux sujets d'études) qui se conditionnent et

se contraignent successivement, via les niveaux suivants : pédagogie et organisation de l'enseignement, noosphère et ministère qui définissent programmes, auteurs de manuels, société, aspects culturels et politiques en lien avec la civilisation. Ces niveaux conditionnent l'activité réelle d'étude et d'enseignement (praxéologies didactiques), tous extérieurs aux situations d'enseignement (Chevallard, 1999).

L'évaluation des réponses des élèves est souvent limitée à une analyse en termes de réponse correcte/incorrecte alors qu'elle peut être associée à l'étude des techniques et des éléments technologico-théoriques développés par les élèves lors de la résolution d'une tâche d'un type donné, permettant l'interprétation d'une erreur comme mise en œuvre d'une technologie faible, incomplète ou non idoine à ce niveau scolaire (Wozniak, 2012). Chevallard interprète d'ailleurs « l'erreur (...) comme un symptôme de l'effort pour créer une technique (ou la technologie qui doit l'accompagner), mais d'un effort qui, jusqu'ici, n'a pas abouti, chemin d'errance qui n'a, jusqu'à présent, conduit nulle part. » (Chevallard, 2004, p. 6).

Nous fondons la modélisation d'une évaluation, considérée comme un « *échantillon* de l'ensemble des types de tâches constitutifs des organisations praxéologiques visées » (Chevallard, 2007) sur la définition d'un référent épistémologique relativement au domaine de savoir étudié, indépendant des institutions (Bosch et Gascon, 2005) tout en se situant dans leur champ d'action. Nous définissons un référent épistémologique qui permet de mettre en perspective les résultats d'évaluation des élèves (savoirs appris) avec les programmes, les pratiques de leur enseignant mais aussi, suivant les différents niveaux de codétermination, avec les pratiques dans un établissement assujetti à des contraintes de plus haut niveau liées aux pratiques des systèmes d'enseignement et des évaluations standardisées.

Nous posons l'hypothèse que la prise en compte d'un référent épistémologique relativement à un domaine de savoir favorise :

- la conception d'une évaluation valide relativement aux praxéologies évaluées,
- la comparaison de dispositifs d'évaluation à différents niveaux de codétermination mathématique et l'interprétation des résultats au regard des niveaux de codétermination supérieurs,
- le repérage des praxéologies implicites ou ignorées dans les programmes, en lien avec les praxéologies apprises des élèves et les obstacles d'ordre épistémologique ou didactique qu'elles sous-tendent,
- la caractérisation de praxéologies à travailler pour réguler l'enseignement et accompagner les élèves à donner des raisons d'être aux concepts, à préciser les domaines de validité des techniques, à agréger des praxéologies ponctuelles ou locales, à compléter des praxéologies.

Évaluation en algèbre élémentaire en fin de cycle 4

Nos travaux sur l'évaluation et la régulation ont été développés depuis 1990 dans le cadre des projets Pépite (Grugeon, Chenevotot & Delozanne, 2013). Le domaine mathématique privilégié est celui de l'algèbre élémentaire, au niveau de l'enseignement obligatoire (cycle 4).

Pour modéliser et analyser les praxéologies mathématiques apprises par les élèves, nous avons préalablement défini une référence épistémologique (Grugeon, 1997) s'appuyant sur une synthèse des travaux de didactique de l'algèbre dans différentes approches (Chevallard, 1985, 1989, Gascon, 1995, Kieran, 2007). Julia Pilet (2015) et Stéphane Sirejacob (2017) ont poursuivi la définition d'une praxéologie épistémologique

de référence relative à l'algèbre, structurée autour des praxéologies relatives aux expressions algébriques, aux formules et aux équations. Les praxéologies ponctuelles concernent ces différents objets, généraliser, modéliser, mettre en équation, prouver (du côté outil), reconnaître, substituer, développer, factoriser, tester, résoudre (du côté objet). Ces praxéologies ponctuelles se regroupent en praxéologies locales : praxéologie modélisation, praxéologie de preuve, praxéologie de calcul. La praxéologie de référence définit les propriétés idoines d'un calcul « raisonné et contrôlé » (prise en compte des aspects procédural et structural des expressions algébriques, des équations, de l'équivalence des expressions algébriques, des équations, de la dialectique numérique / algébrique), les éléments technologico-théoriques associés ainsi que les ostensifs.

Nous montrons maintenant en quoi la TAD, et plus particulièrement la notion de praxéologie, permet d'appréhender la définition de preuves didactiques de validité d'une évaluation et de définir des critères pour qu'une évaluation soit valide.

Potentialités d'une approche praxéologique pour caractériser la validité d'une évaluation

La validité d'une évaluation concerne le degré d'adéquation entre ce qu'elle mesure et ce qu'elle prétend mesurer (Laveault et Grégoire, 1997, 2002). Elle fait toujours l'objet de nombreuses définitions et débats (Goldstein 2015, p.193) dans les différents champs scientifiques qui s'intéressent à l'évaluation, essentiellement dans une approche psychométrique. Brigitte Grugeon-Allys et Nadine Grapin (à paraître) proposent une approche didactique de la validité portant sur le contenu du test et les processus de réponse mis en jeu par les élèves, ces derniers ayant déjà été travaillés par Marc Vantourout et Rémi Goasdoué (2014). Leur approche vise à spécifier les savoirs mathématiques visés dans chacune des tâches et plus globalement sur un domaine mathématique donné, à décrire les praxéologies évaluées. Grugeon-Allys et Grapin montrent les potentialités d'une analyse praxéologique a priori prenant appui sur la définition d'une praxéologie

épistémologique de référence relative au domaine mathématique et obtenue suite à une analyse épistémologique du domaine. Nous revenons sur leur méthodologie d'analyse de la validité d'une évaluation.

Cadre d'analyse de la validité des évaluations

Dans l'approche développée par Grugeon-Allys et Grapin, la validité d'une évaluation externe ou interne est étudiée à travers une analyse praxéologique des tâches d'évaluation au regard de la praxéologie de référence. Dans le cas d'une évaluation interne, nous prenons aussi en compte les praxéologies enseignées. Les praxéologies développées par les élèves dans leurs productions sont analysées suivant les éléments technologico-théoriques visés. L'interprétation des résultats peut conduire à des propositions pour faire évoluer le système d'enseignement. Du côté du contenu, les preuves didactiques de la validité d'une évaluation concernent la représentativité de chaque tâche relativement à ce qui est évalué, la complétude des praxéologies étudiées, la variété de la complexité des tâches en termes de niveau de convocation.

L'analyse praxéologique *a priori* d'une tâche d'évaluation consiste à étiqueter le type de tâche et les éléments technologico-théoriques visés et à décrire sa complexité, en particulier, à travers le nombre de types de tâche convoqués, s'ils le sont par la tâche ou à la charge de l'élève (Castela, 2008).

L'analyse *a priori* prend également en compte l'impact du format des questions sur le processus de réponse des élèves au regard du savoir évalué, en particulier, dans le cas des QCM, celui des distracteurs sélectionnés comme réponse (Maury, 2005 ; auteur, 2014)³.

³ Par exemple une tâche de résolution d'équation avec un panel de solutions proposées dans un format QCM peut amener les élèves à tester l'égalité en substituant mais pas toujours à mettre en œuvre des techniques de résolution d'équations. Ainsi, le format de la réponse peut engendrer des processus de réponse différents et peut modifier l'objectif d'évaluation.

L'étude de la validité d'une évaluation consiste alors :

- A faire une analyse praxéologique *a priori* locale, de chaque tâche, afin de repérer sa représentativité, c'est-à-dire sa pertinence et son adéquation par rapport à l'objectif d'évaluation qui lui est assigné ;
- A faire une analyse praxéologique globale, appelée « étude de la couverture du domaine », par l'ensemble des tâches du test sur un domaine mathématique à partir de la praxéologie épistémologique de référence et des programmes.

Grugeon et Grapin (à paraître) soulignent que d'autres éléments concernant l'activité réelle de l'élève ne peuvent être pris en charge dans la TAD mais sont à considérer et qui auront un impact sur les praxéologies des élèves. Ce peut être la nature du contexte de la tâche, le format de la question (QCM ou questions ouvertes), le niveau de langue, etc. Ce sont autant de variables didactiques qu'il est nécessaire de prendre en compte lors de l'analyse des tâches, mais qui demanderaient, pour en connaître l'impact sur l'activité effective de l'élève, des observations « cliniques » d'élèves en situation de résolution de la tâche (Vantourout & Goasdoué, 2014).

Exemple d'analyse praxéologique *a priori* locale : étude de l'adéquation entre la tâche d'évaluation et son objectif d'évaluation

Ce cadre d'analyse a été exploité pour étudier la validité d'évaluations standardisées, en particulier l'évaluation nationale CEDRE⁴ de fin de collège mais aussi leur conception. Nous étudions la représentativité de deux tâches de formats différents issues de CEDRE 3e.

⁴ <http://www.education.gouv.fr/cid81218/methodologie-du-cycle-des-evaluations-disciplinaires-realisees-sur-echantillon-cedre-en-fin-d-ecole-et-fin-de-college.html>

Tâche 1 : Dans le cadre de l'évaluation CEDRE 2014, cette tâche vise à étudier la compétence d'un élève à substituer une lettre par une valeur dans une expression littérale de degré 1.

Figure 1

Exemple de tâche d'évaluation issue de CEDRE 2014 3e

On donne l'expression $A = 1 + 3x$ Cocher la valeur de A pour $x = 8$. <input type="radio"/> 25 <input type="radio"/> 32 <input type="radio"/> 39 <input type="radio"/> 48
--

Une analyse *a priori* de ce QCM met en évidence la pertinence du choix des distracteurs pour repérer des erreurs relatives aux propriétés visées : 25 bonne réponse (mise en jeu des priorités opératoires), 32 (calcul de $(1+3) \times 8$ lié à une non-prise en compte des priorités opératoires), 39 (interprétation incorrecte de $3x$ comme écriture en base 10), 48 (cumul des deux erreurs précédentes).

Si cette analyse *a priori* montre la représentativité de la tâche, ce n'est pas le cas de la seconde.

Tâche 2 : L'objectif annoncé dans CEDRE 2014 de cette tâche est de repérer si l'élève sait mettre en équation et résoudre un problème à l'aide d'un système de deux équations à deux inconnues.

Figure 2

Exemple de problème extrait de l'évaluation CEDRE 2014, fin de collège

Un fleuriste compose des bouquets de roses et d'iris. Toutes les roses sont au même prix. Tous les iris sont au même prix. Un bouquet composé de quatre roses et de quatre iris revient à 34 euros. Un bouquet composé de six roses et de deux iris revient à 38 euros. Quel est le prix en euros d'un bouquet de cinq roses et de trois iris ? <input type="text"/> euros

L'analyse *a priori* permet d'envisager une autre technique que la mise en équation, mettant en jeu la technologie arithmétique, s'appuyant sur les propriétés de

linéarité de la proportionnalité⁵. Ainsi le choix des valeurs des variables didactiques « nombre de roses et d'iris » n'est pas approprié pour tester les praxéologies visées *mettre en équation* et *résoudre* un système de deux équations à deux inconnues puisque la résolution du problème peut ne pas nécessiter la mobilisation d'une technologie algébrique⁶. Cette tâche n'est donc pas représentative de l'objectif d'évaluation visé à ce niveau scolaire. Une étude praxéologique favoriserait la sélection de tâches représentatives d'un savoir visé, ce qui permettrait de caractériser les groupes de performance dans CEDRE par des tâches idoines relatives à un type de tâche.

Exemple d'analyse globale des tâches d'évaluation

Une telle analyse *a priori* de chacune des tâches nous a permis de faire une étude globale sur l'ensemble des tâches algébriques de l'évaluation CEDRE, en 2008 et en 2014, et de mettre en évidence la non-représentativité de certaines tâches et l'incomplétude des praxéologies, en particulier en ce qui concerne les praxéologies de modélisation et de preuve, mais aussi des praxéologies de calcul en 2014.

Les travaux de Grugeon-Allys et Grapin (à paraître) montrent les potentialités de l'association de l'approche anthropologique avec l'approche psychométrique pour mettre en relation l'analyse didactique de certains résultats de l'évaluation avec des besoins d'apprentissage ignorés par les programmes (Castela, 2008) ou des pratiques d'enseignement à faire évoluer.

⁵ En effet, en additionnant le prix de 4 roses et de 4 iris avec celui de 6 roses et de 2 iris, on obtient le prix de 10 roses et de 6 iris. 5 roses et 3 iris coûteront moitié moins.

⁶ De plus, le choix des valeurs de ces variables didactiques rend coûteuse la résolution algébrique du système qui nécessite de nombreuses étapes et des solutions fractionnaires.

Tableau 1

Étude globale sur l'ensemble des tâches algébriques de l'évaluation CEDRE

Types de tâches	CEDRE 2008	CEDRE 2014
Produire	0	0
Traduire	1	3
Associer	1	4
Mettre en équation	0	0
Conjecturer	0	0
Prouver	0	0
Trouver un contre-exemple	3	2
Développer	2	0
Factoriser	2	2
Calculer (qui mobilise le calcul algébrique)	3	0
Substituer	5	4
Tester	6	0
Résoudre une équation, un système	2	2
Reconnaître la structure	4	4
Choisir la forme la plus adaptée	0	0
Total	29	21

Potentialités des modes technologiques sur un domaine mathématique donné pour évaluer les praxéologies apprises et organiser la régulation de l'enseignement

Le modèle praxéologique et plus particulièrement le bloc technologico-théorique fournit une modélisation éclairante pour définir des stratégies de régulation de l'enseignement au sens de Linda Allal et Lucie Mottier-Lopez (2007) : l'enjeu est de faire évoluer les apprentissages des élèves sur le domaine étudié, en prenant en compte leurs besoins d'apprentissages repérés à partir d'une évaluation diagnostique, lors de moments de rencontre ou de reprise.

Rendre compte des éléments technologiques mobilisés par les élèves dans la résolution de problèmes du domaine algébrique

Nous faisons l'hypothèse que la caractérisation des praxéologies apprises à partir des éléments technologiques que les élèves mobilisent majoritairement dans la résolution des tâches du domaine considéré peut faciliter le choix de stratégies d'enseignement et la gestion des interactions en classe par l'enseignant. En effet, considérer que les élèves ont








un fonctionnement cohérent (Grugeon 1997) sur un domaine mathématique donné revient à considérer que les techniques correctes ou incorrectes qu'ils mobilisent dans la résolution des types de tâches de ce domaine sont dépendantes du bloc technologico-théorique qu'ils mobilisent de façon prégnante. Ici, au-delà du modèle de référence, nous élargissons le bloc technologico-théorique de référence aux technologies erronées. Comme Marie-Caroline Croset et Hamid Chaachoua (2016), nous considérons qu'il est nécessaire de prendre en compte le sujet cognitif et en particulier les techniques erronées et donc l'erreur comme un objet d'étude en tant que tel au sein de la TAD. Mais, contrairement à Croset (2009), nous ne nous restreignons pas aux praxéologies de calcul ; nous étudions le rapport personnel de l'élève sur les praxéologies du domaine algébrique, en référence au modèle épistémologique de référence défini plus haut. Ce choix est crucial pour prendre en compte la complexité du rapport personnel des élèves à un domaine donné : bien souvent des techniques erronées en calcul algébrique masquent des difficultés plus profondes relatives au statut des lettres pour résoudre des problèmes de généralisation, de modélisation ou de preuve. Aussi, nous ne retenons pas le modèle des praxéologies personnelles développé par Marie-Caroline Croset et Hamid Chaachoua (2016).

Grugeon-Allys (2016) définit *a priori* quatre types de technologies mobilisées par les élèves en algèbre au niveau scolaire concerné, nommées « modes technologiques » : « (1) Technologie idoine (...), (2) Technologie faible (Wozniak, 2012) au vu du manque de discours justifiant les techniques (algébriques) ou de leur emploi, (3) Technologie incomplète relativement à certains aspects épistémologiques de l'algèbre élémentaire (processus de modélisation, processus de preuve, prise en compte de la structure des objets, de leur équivalence, de la dialectique numérique / algébrique, ..), (4) Technologie appuyée sur l'arithmétique. » (p. 71).

Brigitte Grugeon-Allys les a opérationnalisés dans le domaine de l’algèbre dans le cadre de la conception de l’évaluation diagnostique *Pépité* (Grugeon-Allys et al., 2012) pour évaluer les praxéologies apprises en fin de la scolarité obligatoire. Cette évaluation, valide du point de vue de la couverture et de la représentativité des tâches, propose un codage des réponses des élèves sur l’ensemble des types de tâches de la praxéologie mathématique de référence en algèbre. Ce codage vise à caractériser les modes technologiques mobilisés par les élèves selon la praxéologie en jeu, et non les techniques utilisées pour résoudre les tâches, à partir des quatre dimensions d’analyse: EA (mode de transformation des objets algébriques dans des tâches de calcul), L (mobilisation des lettres dans les types de tâches de modélisation ou de preuve), J (mode de raisonnement), T (mode de traduction ou d’interprétation dans des tâches de traduction ou d’interprétation) (Grugeon-Allys, 2016) .

Figure 3

Bilan d’un élève à l’évaluation Pépité selon les trois composantes

Composantes	Caractéristiques	Repères
Calcul algébrique : avec peu de signification 	Taux de réussite sur les questions techniques*	2 sur 12 
	Taux de réussite sur l'interprétation des expressions algébriques*	7 sur 23 
	Maîtrise du calcul algébrique	Défaillante
	Maîtrise des règles	Défaillante
Usage de l’algèbre : non motivé et non compris 	Taux de réussite sur les questions de mathématisation*	1 sur 9 
	Maîtrise de l’outil algébrique	Défaillante
	Type de justification	Scolaire prééminente
Traduction algébrique : pour schématiser 	Taux de réussite sur la mise en équation*	5 sur 24 
	Maîtrise de la traduction algébrique	Insuffisante
	Traduction des relations mathématiques**	Abréviative

Ce choix de codage permet une analyse transversale des modes sur l’ensemble des tâches diagnostiques. La description des traits caractéristiques du rapport personnel (profil) de chaque élève à l’algèbre élémentaire met en évidence les éléments

technologico-théoriques idoines mobilisés par les élèves. La modélisation macroscopique du profil retenue sur trois composantes, l'usage de l'algèbre (UA), calcul algébrique (CA), traduction - génération (entre différents registres sémiotiques) (TG) représente à grands traits, les différents aspects de l'activité algébrique de l'élève (voir figure 3) ; la « géographie » de la classe s'appuie également sur cette modélisation (Grugeon-Allys et al., 2012).

Réguler l'enseignement en fonction des besoins d'apprentissage des élèves

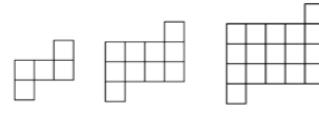
Nous posons l'hypothèse que pour faciliter une régulation de l'enseignement au service des apprentissages des élèves, cette dernière doit être organisée selon deux niveaux.

Au niveau global, l'étude épistémologique et didactique permet de dégager les aspects épistémologiques et didactiques à négocier dans l'introduction de savoirs nouveaux ou la reprise de savoirs anciens. Cette étude permet également de mettre en regard les modes technologiques mobilisés par les élèves avec des implicites dans les praxéologies à enseigner. Ainsi Pilet (2015) a montré que les praxéologies de preuve d'équivalence de programmes de calcul ou d'expressions algébriques étaient peu travaillées dans les manuels. Elle a défini des parcours d'enseignement différencié (PED) portant sur les aspects épistémologiques à travailler. Un PED porte sur la même praxéologie mais la tâche diffère en fonction de valeurs de variables didactiques adaptées aux modes technologiques mobilisés par les élèves.

Figure 4

Exemple de parcours d'enseignement différencié

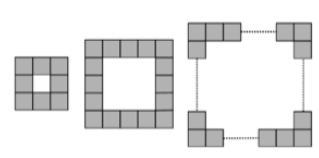
Énoncé pour le groupe B-. On considère des figures de tailles différentes à partir de carreaux unités comme sur les modèles ci-dessous. On souhaite déterminer le nombre de carreaux unités en fonction de la taille de la figure.



Quel est le nombre de carreaux dans la figure de taille 4 ? De taille 30 ?
Ecris une formule qui donne le nombre de carreaux en fonction de la taille de la figure.

Taille 1 Taille 2 Taille 3

Énoncé pour le groupe C. On considère un carré dont la bordure est constituée de carreaux unités gris.



Si le carré a un côté de 3 unités, quel est le nombre de carreaux gris ? Même question avec 10 unités et 100 unités.
Ecris une formule qui donne le nombre de carreaux gris en fonction du nombre de carreaux unités sur le côté du carré.

Par exemple, pour les élèves qui ont une utilisation inadaptée de l’algèbre dans la résolution de problèmes et utilisent des technologies arithmétiques, le PED présenté en figure 4, organisé au moment de la reprise de l’algèbre, permet de revenir sur le rôle de l’algèbre dans les problèmes de généralisation et de preuve. Les stratégies de régulation des apprentissages consistent à proposer aux élèves de rencontrer des situations dans lesquelles les éléments technologiques qu’ils mobilisent sont insuffisants ou utilisés hors de leur domaine de validité.

Au niveau local, la régulation consiste à amener les élèves à étudier la validité d’une technique, à la justifier à partir d’arguments idoines et construire l’environnement technologico-théorique visé. C’est à nouveau la connaissance des modes technologiques mobilisés par les élèves qui facilite la gestion des interactions en classe. Par exemple, nous pouvons faire le lien entre l’erreur $3+5x \square 8x$ avec le fait que l’élève mobilise des technologies arithmétiques pour le calcul algébrique. Le recours à un contre-exemple pour invalider cette erreur peut conduire à construire un rapport à la rationalité mathématique idoine contrairement à un discours d’ordre légal, souvent utilisé par les élèves, du type « on n’a pas le droit d’ajouter des lettres et des nombres ».

Conclusion

En conclusion, nous avons montré des potentialités d'usages de la TAD autour de la problématique de l'évaluation et de la régulation. L'analyse praxéologique au niveau technologico-théorique est un levier pour décrire les praxéologies apprises par les élèves et les situer à différents niveaux de codétermination (classe, établissement, système d'enseignement).

L'approche multidimensionnelle permet de coordonner différents cadres théoriques, ici issus notamment d'approches anthropologique et cognitive, indispensables pour appréhender l'évaluation d'élèves et de classes spécifiques.

Références

- Artigue, M. & Winslow, C. International Comparative Studies on Mathematics Education: a Viewpoint From the Anthropological Theory of Didactics. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(1), p. 47-82, 2010.
- Allal, L., & Mottier Lopez, L. L'évaluation formative de l'apprentissage : revue de publications en langue française. In : *OCDE, L'évaluation formative – Pour un meilleur apprentissage dans les classes secondaires*, Paris: OCDE/CERI Publication, p. 265-290, 2005.
- Assude, T., Coppe, S., Pressiat, A. Tendances de l'enseignement de l'algèbre élémentaire au collège : atomisation et réduction. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, numéro spécial : Enseignement de l'algèbre élémentaire, Bilan et perspectives, Grenoble : La pensée sauvage, p. 137–162, 2012.
- Bosch, M., Gascon, J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. In : *Balises pour la didactique des mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage, p. 197 – 122, 2005.
- Castela C. Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'apprentissage. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 28(2), p. 135–182, 2008
- Chevallard, Y. (1985). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège - Première partie. L'évolution de la transposition didactique. *Petit x* 5, p. 51–94, 1985.
- Chevallard, Y. (1989). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège - Deuxième partie. Perspectives curriculaires : la notion de modélisation. *Petit x* 19, p. 43–75, 1989.
- Chevallard, Y. L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), p. 221-266, 1999.

- Chevallard, Y. *Le moment de l'évaluation, ses objets, ses fonctions : déplacements, ruptures, refondation*. Journées de formation de formateurs, Lyon, 2004. http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=44
- Chevallard, Y. (2007). <http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/en-debat/epreuve-pratique/y-chevallard>
- Croset, M.-C., & Chaachoua, H. Une réponse à la prise en compte de l'apprenant dans la TAD : la praxéologie personnelle. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36(2), 2016.
- Croset, M.-C. *Modélisation des connaissances des élèves au sein d'un logiciel éducatif d'algèbre. Etude des erreurs stables inter-élèves et intra-élèves en termes de praxis en acte*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble I, 2009.
- Grugeon, B. Conception et exploitation d'une structure d'analyse multidimensionnelle en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17 (2), p. 167–210, 1997.
- Grugeon-Allys, B., Grapin, N. (à paraître). Approches psychométrique et didactique de la validité d'une évaluation externe en mathématiques : quelles complémentarités ? Quelles divergences ? Mesure et évaluation en éducation.
- Grugeon-Allys, B., Grapin, N. Validité d'une évaluation externe. Complémentarité des approches didactique et psychométrique. In : *Actes du séminaire national de Didactique des mathématiques*, Paris : IREM Paris 7, 2015.
- Grugeon-Allys, B. Modéliser le profil diagnostique des élèves dans un domaine mathématique et l'exploiter pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages en classe : une approche didactique multidimensionnelle. *Évaluer. Journal international de Recherche en Education et Formation* (en ligne), 2.2, p. 63-88, 2016. <http://e-jref.org/index.php?id=137>
- Grugeon-Allys, B., Pilet, J., Chenevotot-Quentin, F., Delozanne, E. Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, numéro spécial : Enseignement de l'algèbre élémentaire, Bilan et perspectives, Grenoble : La pensée sauvage, p. 137–162, 2012.
- Kieran, C. Learning and teaching algebra at the middle school through college levels. In: *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, p. 707-762, 2007.
- Maury, S. Modélisation du sujet en psychologie et en didactique, dans les travaux intéressant l'enseignement des mathématiques. In : *Sur la théorie des situations didactiques. Questions, réponses, ouvertures. Hommage à Guy Brousseau*, Grenoble : La Pensée Sauvage, p. 118-127, 2005.
- Pilet, J. Réguler l'enseignement en algèbre élémentaire par des parcours d'enseignement différencié. *Recherches en didactique des mathématiques*, 35(3), p. 273-312, 2015.
- Vergnaud, G. Psychologie du développement cognitif et didactique des mathématiques. Un exemple : les structures additives. *Petit x*, 22, p. 51-69, 1986.
- Wozniak, F. Analyse didactique des praxéologies de modélisation mathématique à l'école : une étude de cas. *Education et didactique*. 6(2), p. 65-88, 2012.