

Tâche 2 : Conception d'outils de diagnostic et développement de prototypes pour un diagnostic automatique et une régulation de l'enseignement

Responsable : F. Chenevotot (LDAR)

Pour cette tâche, il s'agit de valider et d'étendre des outils de diagnostic automatique déjà opérationnels.

Cadre de la recherche

Les projets de recherche pluridisciplinaire autour du diagnostic Pépite (Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot et Delozanne 2012) ont opérationnalisé des travaux de recherche en didactique de l'algèbre. Ces travaux ont permis d'identifier des classes de profils d'élèves et de leur associer des stratégies d'enseignement différencié. A partir de ces résultats, un travail de modélisation a conduit à la conception, la diffusion et l'utilisation de deux logiciels sur la plateforme LaboMep.

1. Le premier logiciel propose aux élèves un test et effectue un diagnostic automatique à partir de leurs réponses, y compris sur des raisonnements algébriques ou numériques¹. Pour chaque élève, il établit une description de son profil cognitif en algèbre. Ensuite, il classe les élèves selon trois groupes en fonction des niveaux de raisonnement développés en algèbre.
2. Le second logiciel propose à chaque groupe d'élèves des exercices en fonction de l'étape de l'enseignement ou de l'objectif visé (par exemple, travailler sur l'équivalence des expressions, sur leur structure, ...). Ce logiciel s'appuie sur une ontologie mise au point pour permettre l'indexation des exercices des manuels de Sésamath (El Kechaï, Delozanne, Prévité, Grugeon et Chenevotot 2011) des exercices interactifs accessibles sur LaboMep et d'exercices spécialement conçus par l'équipe de chercheurs en lien avec des enseignants de l'IREM de Paris Diderot (Pilet 2012).

Ce travail a concerné le collège à la transition entre les classes de troisième et seconde.

L'étude de la validité psycho-didactique des exercices s'appuie sur l'activité de l'élève et vient en complément de l'analyse qui est faite de la tâche et de la performance. En effet, des éléments du contexte de la tâche proposée, comme sa forme de présentation ou des éléments liés au système de réponse proposé, entrent en interaction avec les connaissances de l'élève, ainsi qu'avec ses stratégies (Bastien et Bastien-Togniazzi 1996). En particulier lors de l'utilisation de QCM, l'activité conduisant au rejet des distracteurs doit être analysée finement, car elle peut conduire à une remise en cause de la validité « psycho-didactique ». Notons que la validité reste aussi une question de psychologues, mais que dans l'approche qui nous intéresse la perspective « expérimentale » et qualitative prend le pas sur la perspective « différentielle » et quantitative.

Objectif général

Du point de vue scientifique, pour valider l'approche développée dans les projets précédents et montrer sa robustesse, les deux premiers objectifs sont de transférer le modèle de diagnostic et de stratégie de différenciation à d'autres niveaux scolaires (modélisation des connaissances en algèbre aux niveaux 5^{ème} et 4^{ème}) et à d'autres objets mathématiques (les équations au collège et l'arithmétique au cycle 3). Le troisième objectif est d'analyser l'activité des élèves et les productions qui en résultent car ce sont des éléments déterminants pour attester de la validité « psycho-didactique » des épreuves.

Du point de vue des retombées sociétales, étendre les outils permettrait de suivre l'évolution des connaissances des élèves et ainsi de disposer d'un suivi en plus d'un diagnostic instantané.

Objectifs spécifiques

Le premier objectif est l'adaptation de l'outil de diagnostic existant pour l'algèbre, à d'autres niveaux scolaires, 5^e et 4^e de collège.

Les fondements de cette recherche sont doubles et reposent à la fois sur les outils de la didactique des mathématiques et sur les méthodes de modélisation informatique.

Du côté didactique, nous nous appuyons sur une articulation entre des approches cognitive (Grugeon 1997, Kieran 2007) et anthropologique (Bosch et Gascon 2005, Castela 2008) pour définir un modèle praxéologique de référence de l'algèbre élémentaire. La faisabilité de l'adaptation, aux niveaux 5^e et 4^e,

¹ Il s'appuie pour cela sur un logiciel de calcul formel qui modélise les erreurs classiques obtenues à partir de l'analyse didactique et d'un corpus important de réponses d'élèves (Delozanne, Prévité, Grugeon et Chenevotot-Quentin 2008).

repose sur l'enrichissement successif des différents aspects de la compétence algébrique travaillés au cours de la scolarité. Elle se traduit par l'évolution des types de tâches et des objets de l'algèbre présents dans les problèmes (production de formules, généralisation, preuve, mise en équation). Les types de tâches et les objets à évaluer sont décrits dans les programmes du collège.

La transposition du test initial (3^e) en un test pour le niveau fin de 5^{ème} / début de 4^{ème}, test papier crayon constitué de 12 tâches diagnostiques, s'appuie sur différentes variables didactiques comme par exemple : présence de tous les types de tâches sauf la mise en équation, la résolution d'une équation s'appuyant sur le test d'une identité ; expressions algébriques du premier degré du type $a(cx+d)$ avec un seul niveau de parenthésage.

Du côté informatique, nous nous appuyons sur une méthode de conception participative pour élaborer des prototypes et mettre au point des modèles informatiques des connaissances en jeu : calcul formel, ontologies pour indexer les ressources, modèles d'interfaces utilisateurs (Labat et Gransbastien 2006).

Le deuxième objectif est l'extension de l'outil de diagnostic vers un autre domaine mathématique, celui de l'arithmétique au cycle 3 de l'école.

Il s'agit de concevoir un dispositif d'évaluation des connaissances des élèves de cycle 3 (CM1 - CM2) sur la numération, le calcul mental, le calcul posé et la résolution de problèmes arithmétiques verbaux mettant en jeu des nombres entiers. Sa validité (en termes de contenu et psycho-didactique) reposera sur les critères listés dans la tâche 1 et sa conception permettra d'obtenir la création de profils d'élèves selon les réponses fournies. L'objectif est d'outiller l'enseignant de cycle 3 de l'école élémentaire d'un dispositif d'évaluation diagnostique à visée formative déterminant des profils d'élèves pour qu'il puisse ensuite adapter et/ou réguler son enseignement et mettre en place des dispositifs de différenciation s'appuyant sur les profils ainsi construits. Le contenu global de cette évaluation s'appuiera sur une étude épistémologique des différents savoirs en jeu dans les domaines numériques évalués. Nous nous appuyerons principalement sur les travaux de Chambris (2012), Mounier (2011), Verschaffel L., Greer B. & De Corte E. (2006), pour la numération et sur ceux de Julio (2002), Houdement (2003, 2011) et Steffe, Cobb & Von Glasersfeld (1988) pour la résolution de problèmes arithmétiques. Certains exercices seront conçus dans le cadre de l'objectif 3.

Le troisième objectif consiste à analyser l'activité des élèves ainsi que leurs productions afin d'étudier la validité « psycho-didactique » de tâches diagnostiques.

L'objectif est double : 1) étudier selon une approche « clinique » l'activité d'élèves confrontés à des tâches d'évaluation diagnostique pour contribuer au développement d'une expertise centrée sur les contenus dans la conception d'épreuves ; 2) travailler, à la fois théoriquement et empiriquement, en lien avec la tâche 1, la notion de validité « psycho-didactique ». La finalité de cet axe du projet, à travers l'atteinte de ces deux objectifs travaillés dans le domaine de l'arithmétique en fin d'école primaire et de l'algèbre au collège, est de contribuer au développement d'une expertise dans le domaine de la conception et de l'utilisation d'épreuves d'évaluation. Cette forme d'expertise en évaluation concerne différents « acteurs » impliqués dans l'évaluation des compétences scolaires, les enseignants-évaluateurs, mais également les éducatifs et psychométriciens.

Responsable, partenaires impliqués et leurs contributions

Responsable		
Françoise Chenevotot (LDAR)		
Partenaires : objectif 1	Partenaires : objectif 2	Partenaires : objectif 3
Françoise Chenevotot (LDAR) Elisabeth Delozanne (LIP6) Brigitte Grugeon (LDAR) Jean-Marc Labat (LIP6) Julia Pilet (LDAR)	Brigitte Grugeon (LDAR) Nadine Grapin (LDAR) Nathalie Sayac (LDAR) Dominique Prévité (LIP6)	Rémi Goasdoué (EDA) Marc Vantourout (EDA) Sophie Gobert (EDA) Sylvette Maury (EDA)

Livrables : inventaire par objectif

Objectif 1 : Responsables F. Chenevotot (LDAR) et Elisabeth Delozanne (LIP6)

Livrable 2.1.a. Modèle des tâches diagnostiques, modèles des grilles d'analyses et des classes de réponses anticipées (Chenevotot, Juin 2014),

Livrable 2.1.b. Modèle du profil de l'élève (bilan de compétences), modèle de groupes (constitution des groupes) (Chenevotot, Décembre 2014)

Livrable 2.1.c. Un module de diagnostic automatique intégré dans la plateforme LaboMep à d'autres niveaux scolaires (diagnostic en algèbre en 5ème et en 4ème). Des allers et retours « conception / développement » conduiront à des évolutions (Ingénieur de développement sous la responsabilité d'E. Delozanne, version 1 Décembre 2015, version 2 Décembre 2016)

Livrable 2.1.d. Aspects épistémologiques relatifs aux équations et questions génératrices à travailler dans les parcours (B. Grugeon-Allys, Décembre 2014)

Livrable 2.1.e. Un ensemble de parcours d'enseignement sur le thème des équations en 3e adaptés à des classes de bilans de compétences (B. Grugeon-Allys, Décembre 2015)

Livrable 2.1.f. Déploiement de l'ensemble de parcours d'enseignement sur le thème des équations sur LaboMep. Allers et retours (Cf. 2.1c) (Ingénieur de développement sous la responsabilité d'E. Delozanne, version 1 juin 2016, version 2 Décembre 2016)

Objectif 2 : Responsable N.Sayac (LDAR)

Livrable 2.2.a. Modèle des tâches diagnostiques, modèles des grilles d'analyses et des classes de réponses anticipées (N. Sayac, Décembre 2014)

Livrable 2.2.b. Modèle du profil de l'élève (bilan de compétences), règle de constitution des groupes (N. Sayac, Décembre 2015)

Livrable 2.2.c. Un module de diagnostic automatique intégré dans la plateforme LaboMep pour l'arithmétique (Ingénieur de développement sous la responsabilité d'E. Delozanne, version 1 juin 2016, version 2 Décembre 2016)

Objectif 3: Responsables R. Goasdoué et M. Vantourout (EDA)

Livrable 2.3. Analyse de l'activité des élèves, de leur production et validité « psycho-didactique » des tâches

Livrable 2.3.a. Conception et analyse psycho-didactique de tâches d'évaluation diagnostique. (R. Goasdoué et M. Vantourout, Décembre 2015)

Livrable 2.3.b. Synthèse sur la notion de validité psycho-didactique à partir des différentes analyses cliniques (R. Goasdoué et M. Vantourout, Juin 2016)

Travaux et méthodes

- Une synthèse d'articles permet d'abord de dégager les aspects épistémologiques à travailler à un niveau scolaire donné et relativement aux objets concernés (équations, nombres entiers et opérations).
- L'analyse des programmes permet de dégager les types de tâches qui recouvrent le domaine (complétude), la nature des objets mobilisés avec leur complexité en fonction des niveaux scolaires considérés.
- Un temps important sera consacré à la définition des modèles de tâches et à celle des grilles d'analyse (codes des différentes solutions selon le niveau de justification utilisé, erreurs prise en compte).
- Pour étudier la validité psycho-didactique des exercices du test, nous testerons, de façon clinique, différentes tâches en variant la forme de l'énoncé et/ou celle de la question et analyserons l'activité de l'élève en conséquent : nous tiendrons ensuite compte de ces résultats dans la conception des items.
- Une démarche collaborative et itérative entre chercheurs en didactique et informatique, enseignants, permettra après la définition des modèles formels en informatique de tester les prototypes de diagnostic automatique en laboratoire puis dans des classes). Les modèles formels sont progressivement améliorés à partir de l'exploitation des données recueillies (solutions des élèves) et des retours d'expérimentation avec les enseignants.

Les indicateurs de succès sont la mise en ligne des logiciels avec les extensions, une enquête d'utilisation et de satisfaction auprès des utilisateurs, une analyse des usages (voir analyse des pratiques enseignante).